

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-174929

(43)Date of publication of application : 21.06.2002

(51)Int.Cl.

G03G 15/00

B41J 2/44

G03G 15/01

G03G 15/08

(21)Application number : 2000-370962

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(22)Date of filing : 06.12.2000

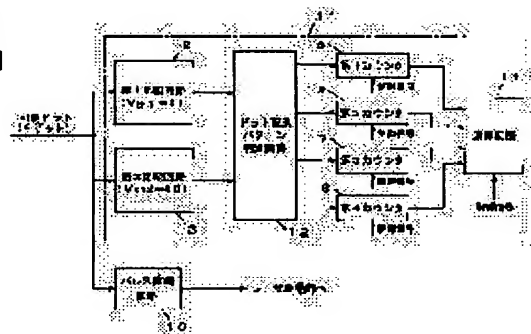
(72)Inventor : SUGITA TAKATOSHI  
YAMADA YOSHIKO

## (54) METHOD AND DEVICE FOR DETECTING TONER CONSUMPTION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To accurately obtain each color toner consumption with a simple constitution as for a color laser printer.

SOLUTION: A printing dot having a gradation value of  $\geq 1$  is outputted by a 1st comparison circuit 2, and a printing dot having a gradation value of  $\geq 48$  is outputted by a 2nd comparison circuit 3. A count value 1 is outputted to a 1st counter 5 by a dot arrangement pattern discrimination circuit 12 whenever the printing dot having the gradation value of  $\geq 48$  is detected, and a count value 1 is outputted to a 2nd counter 13 whenever the generation of three continuous dots is detected, and a count value 1 is outputted to a 3rd counter 7 whenever an isolated dot is detected, and a count value 1 is outputted to a 4th counter 8 whenever the printing dot having the gradation value of  $\geq 1$  is detected. When the count value 1 is separately outputted to the 1st counter 5, the 2nd counter 13, the 3rd counter 7 and the 4th counter 8 by the discrimination circuit 12, an operation of counting up by one is performed by each counter. The toner consumption is calculated by using a prescribed expression by a calculation circuit 14 based on the counted values given from the 1st to 4th counters.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

06.08.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] The toner consumption method of detection which divides a printing dot train into three patterns, an isolated dot, 2 continuation dot, and a mean value dot, carries out counting of the number of an isolated dot, the number of times of generating of 2 continuation dot, and the number of a mean value dot about the picture of each color printed during the predetermined unit, and is characterized by calculating the consumption of the toner of each color recorded on the record form based on those enumerated datas.

[Claim 2] A printing dot train about the picture of each color printed during the predetermined unit. It divides into four patterns of 2 continuation dot, 3 continuation dot, and a mean value dot. The toner consumption method of detection which carries out counting of the number of an isolated dot, the number of times of generating of 2 continuation dot, the number of times of generating of 3 continuation dot, and the number of a mean value dot, and is characterized by calculating the consumption of the toner of each color recorded on the record form based on those enumerated datas.

[Claim 3] Toner consumption detection equipment characterized by providing the following. The 1st comparator circuit which compares the 1st threshold with the value of a printing dot. The 2nd comparator circuit which compares the 2nd larger threshold than the 1st threshold with the value of a printing dot. An operation means to calculate the consumption of the toner of each color which divided the printing dot train into three patterns, an isolated dot, 2 continuation dot, and a mean value dot, carried out counting of the number of an isolated dot, the number of times of generating of 2 continuation dot, and the number of a mean value dot based on the output of the 1st comparator circuit and the 2nd comparator circuit, and was recorded on the record form based on those enumerated datas.

[Claim 4] Toner consumption detection equipment characterized by providing the following. The 1st comparator circuit which compares the 1st threshold with the value of a printing dot. The 2nd comparator circuit which compares the 2nd larger threshold than the 1st threshold with the value of a printing dot. An operation means to calculate the consumption of the toner of each color which divided the printing dot train into three patterns of an isolated dot, 2 continuation dot, 3 continuation dot, and a mean value dot, carried out counting of the number of an isolated dot, the number of times of generating of 2 continuation dot, the number of times of generating of 3 continuation dot, and the number of a mean value dot based on the output of the 1st comparator circuit and the 2nd comparator circuit, and was recorded on the record form based on those enumerated datas.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the method and equipment which calculate the consumption of the toner of each color with a sufficient precision with easy composition in color picture formation equipments, such as a color laser printer which forms an electrostatic latent image in a photo conductor by the light beam modulated by print data, and electrostatic is made for this electrostatic latent image to adsorb the color toner which is record material, and forms a picture in a record form.

[0002]

[Description of the Prior Art] In the equipment which performs color picture formation using color toners, such as a color laser printer, it is requested to the user that the consumption or the residue of a toner of yellow (Y), a Magenta (M), cyanogen (C), and black (K) is shown. [ of each color ] For that purpose, although the toner of each color needs to detect which was consumed every whenever it performs color picture formation In color picture formation equipment in recent years, many gradation, i.e., 1 printing dot, is made for each dot (this is called a printing dot) actually printed by the record form with two or more bit composition. moreover, the value of a printing dot, Since the relation with the amount of toners consumed is nonlinear, it is made very difficult to detect the toner consumption of each color of C, M, Y, and K which are consumed when color picture formation is performed.

[0003] Although it is known well that the value of a printing dot and the relation of toner consumption are nonlinear, the following occurs, for example. Although it is common that the PDM (PWM) method which generates the pulse which has the width of face according to the value of a printing dot as a pulse modulation method, and controls the luminescence time of a laser beam by the present color picture formation equipment is adopted It is known that the relation between the width of face of the pulse outputted from the laser luminescence time, i.e., PWM circuit, when printing only the printing dot of a piece and the amount of toners consumed by the printed dot comes to be shown as the solid line of a schematic diagram 7. Since laser luminescence time responds to the value of a printing dot, it can be said that the above thing means that the relation between the value of a printing dot and toner consumption is nonlinear.

[0004] However, the relation shown as the solid line of drawing 7 always is not realized. For example, the amount of toners required for printing the printing dot concerned depending on the value of the printing dot adjoined before and behind the printing dot concerned though the toner consumption when printing only one printing dot of a certain value independently is Xmg differs from Xmg. Thus, when printing only one printing dot independently, the value of a printing dot and the relation of the amount of consumption toners are nonlinear, and the amount of toners consumed when printing the printing dot concerned also with the value of the printing dot adjoined before and behind it further has a very complicated phenomenon [ say / change ].

[0005] this invention was made in view of the above situations, and also in the color picture formation equipment whose 1 printing dot is two or more bit composition, it is easy composition and it aims at offering the toner consumption method of detection and equipment which it is moreover accurate and can detect the consumption of the toner of each color of C, M, Y, and K.

[0006]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, the 1st toner consumption method of detection concerning this invention About the picture of each color printed during the predetermined unit like according to claim 1 A printing dot train is divided into three patterns, an isolated dot, 2 continuation dot, and a mean value dot, counting of the number of an isolated dot, the number of times of generating of 2 continuation dot, and the number of a mean value dot is carried out, and it is characterized by calculating the consumption of the toner of each color recorded on the record form based on those enumerated datas. Moreover, the 2nd toner consumption method of detection concerning this invention About the picture of each color printed during the predetermined unit like according to claim 2 A printing dot train is divided into four patterns, an isolated dot, 2 continuation dot, 3 continuation dot, and a mean value dot. Counting of the number of an isolated dot, the number of times of generating of 2 continuation dot, the number of times of generating of 3 continuation dot, and the number of a mean value dot is carried out, and it is characterized by calculating the consumption of the toner of each color recorded on the record form based on those enumerated datas. The 1st toner consumption detection equipment concerning this invention The 1st comparator circuit according to claim 3 which compares the 1st threshold with the value of a printing dot like, The 2nd comparator circuit which compares the 2nd larger threshold than the 1st threshold with the value of a printing dot, It is based on the output of the 1st comparator circuit and the 2nd comparator circuit. a printing dot train An isolated dot, It divides into three patterns of 2 continuation dot and a mean value dot, counting of the number of an isolated dot, the number of times of generating of 2 continuation dot, and the number of a mean value dot is carried out, and it is characterized by having an operation means to calculate the consumption of the toner of each color recorded on the record form based on those enumerated datas. Moreover, the 2nd toner consumption detection equipment concerning this invention The 1st comparator circuit according to claim 4 which compares the 1st threshold with the value of a printing dot like, The 2nd comparator circuit which compares the 2nd larger threshold than the 1st threshold with the value of a printing dot, It is based on the output of the 1st comparator circuit and the 2nd comparator circuit. a printing dot train An isolated dot, It divides into three patterns, 2 continuation dot, 3 continuation dot, and a mean value dot. Counting of the number of an isolated dot, the number of times of generating of 2 continuation dot, the number of times of generating of 3 continuation dot, and the number of a mean value dot is carried out, and it is characterized by having an operation means to calculate the consumption of the toner of each color recorded on the record form based on those enumerated datas.

[0007]

[Embodiments of the Invention] Hereafter, the form of implementation of invention is explained, referring to a drawing. By the way, since the relation between the value of a printing dot and the amount of consumption toners is nonlinear as mentioned above, it will become difficult for it to detect toner consumption paying attention to the value of a printing dot. Then, this invention person found out two methods of the printing dot train to input being the array of the printing dot of what value without paying attention to value itself of each printing dot, or detecting toner consumption paying attention to the pattern of the array as a result of various experiments. The 1st method is a fundamental method and the 2nd method is improvement of the 1st method. In addition, an experimental result is shown later.

[0008] [the 1st toner consumption method of detection] — the 1st method is explained first It sets to this method and they are two thresholds  $V_{th1}$  and  $V_{th2}$  to the value of a printing dot. It sets and the pattern division of the array pattern of a printing dot train is carried out at three kinds. The 1st threshold  $V_{th1}$  It is for distinguishing and sets to  $V_{th1} = 1$  whether to be that to which a printing dot consumes a toner with the gradation value of a printing dot. The 2nd threshold  $V_{th2}$  Although it is for distinguishing whether a gradation value is above to some extent and can set suitably by the bit pattern of a printing dot, when 1 printing dots are 6 bit patterns, it is checked by experiment that it is good to be referred to as about  $2 = 48$   $V_{th}$  with the gradation value of a printing dot. About this, the example of comparison is shown later. In

fact, when 1 printing dots are 6 bit patterns, as P shows  $V_{th} 2 = 48$  in drawing 7, corresponding to the gradation value near [ with the longer laser luminescence time in the graph which shows the relation between laser luminescence time and toner consumption ] the point of inflection is checked.

[0009] And the pattern division of the pattern of the array of a printing dot train is carried out at the following three kinds.

\*\* Isolated dot — Printing dot both whose gradation values of the printing dot before and behind it is the printing dot whose gradation value is more than the 2nd threshold, and are under the 2nd threshold. Such a printing dot is called an isolated dot.

\*\* 2 continuation dot — When two printing dots whose gradation values are more than the 2nd threshold continue. This case is called 2 continuation dot.

\*\* Mean value dot — Printing dot whose gradation value is under the 2nd threshold above the 1st threshold. Such a printing dot is defined as a mean value dot.

[0010] thus, carrying out a pattern division — an outline — it is as follows The printing dot whose value is more than the 2nd threshold differs in toner consumption clearly from a mean value dot so that he can understand easily also from drawing 7. Then, the validity of a value dividing into the thing more than the 2nd threshold and the mean value dot below it first is clear. Next, about distinguishing an isolated dot and 2 continuation dot, it is as follows. For example, suppose that it turns out about a certain color that the toner consumption when printing only one printing dot of the maximum gradation independently is Xmg. Supposing it prints 2 dots of printing dots of the maximum gradation continuously at this time, it is known that the consumption of the toner of the color concerned at this time will increase more than it instead of the double precision of Xmg a little. According to such a situation, even if a value is a printing dot more than the 2nd threshold, the pattern division of the case where two cases where it is isolated are followed is carried out.

[0011] And C of the picture printed during the unit with proper 1-page unit or job unit etc., For every picture of each color of M, Y, and K, carry out counting of the number of an isolated dot, the number of times of generating of 2 continuation dot, and the number of a mean value dot, and each of the three enumerated datas is received. Carry out the multiplication of the coefficient of weighting to each pattern, and these three values are added. By carrying out the multiplication of the coefficient according to the color of a toner to the aggregate value, the consumption of the toner of each color recorded on the record form is calculated, the amount of offset is applied to it and the total amount of toners of each color then consumed is calculated.

[0012] Here, the amount of offset is the amount of toners consumed regardless of the exposure time by the laser beam, and it is characteristic characteristic value for every color picture formation equipment. That is, if a photo conductor is cleaned when a pure white picture is printed, it is known that some toners will be discharged. This is the amount of offset. Since this amount of offset changes with colors, the amount of offset is measured about the toner of each color of C, M, Y, and K, respectively.

[0013] Specifically, it is as follows. Now, the toner consumption of each color shall be detected per 1 page. Moreover, the process of color picture formation shall be performed in order of C, M, Y, and K.

[0014] In this case, counting of the number of an isolated dot, the number of times of generating of 2 continuation dot, and the number of a mean value dot is first carried out about the printing dot of the picture of C color inputted one by one. For example, it carries out to it seeming that the printing dot train of the picture of C color shows now drawing 1 (a). In drawing 1 (a), 1 printing dot presupposes that it is 64 gradation in 6 bit patterns, and is taken as the 1st threshold  $V_{th} 1 = 1$  and the 2nd threshold  $V_{th} 2 = 48$ . And a rectangle shows each printing dot and the numeric value in a rectangle shows the gradation value of each printing dot. Moreover, in drawing 1 (a), the number of 1-14 is attached to the printing dot for convenience.

[0015] Now, in drawing 1 (a), since it is more than the 2nd threshold since the gradation value of the 2nd printing dot is 60, and both the gradation values of the printing dot before and behind it are under the 2nd threshold in 40 and 20, the 2nd printing dot is an isolated dot. The 13th printing dot is an isolated dot similarly. The black dot of the column of the isolated dot of

drawing 1 (b) shows this.

[0016] Moreover, the gradation value of the 6th printing dot is more than the 2nd threshold, and is more than a threshold of the gradation value 2nd of the 7th following printing dot. Therefore, since the printing dot more than the 2nd threshold is following [ the gradation value ] the 6th and the 7th, 2 continuation dot has occurred once here. It shows this that the black dot is attached to the part of the 7th printing dot of the column of 2 continuation dot of drawing 1 (b). Similarly, since both the gradation values of the 7th and the 8th printing dot are more than the 2nd threshold, 2 continuation dot has occurred once also here. It shows this that the black dot is attached to the part of the 8th printing dot of the column of 2 continuation dot of drawing 1 (b). It is the same as that of the following. Moreover, the black dot of the column of the mean value dot of drawing 1 (b) comes to show a mean value dot by the above-mentioned definition.

Therefore, in the case of drawing 1 (a), the enumerated data of the number of 4 and a mean value dot is set [ the enumerated data of the number of an isolated dot ] to 6 by the enumerated data of the number of times of generating of 2 and 2 continuation dot.

[0017] And the multiplication of the weighting coefficient to each pattern is carried out to each of these three enumerated datas, and those three values are added to it. And the multiplication of the coefficient of the toner of C color is further carried out to the aggregate value, the amount of offset is further applied to the multiplication value, and the amount of toners of C color then consumed is calculated. Therefore, the consumption of 1 concerned page C color toner is a weighting coefficient [ as opposed to the pattern of k2 and a mean value dot for a weighting coefficient / as opposed to the pattern of k1 and 2 continuation dot for the weighting coefficient to the pattern of an isolated dot ] k3 It carries out and is  $K_c$  about the coefficient of the toner of C color. It carries out. C color toner consumption =  $K_c \times \{k_1 \times (\text{enumerated data of the number of an isolated dot})$

+  $k_2 \times (\text{enumerated data of the number of times of generating of 2 continuation dot})$

+  $k_3 \times (\text{enumerated data of the number of mean value dot})\}$

+ The amount of offset of C color toner — It is set to (1).

[0018] Next, although the printing dot of the picture of M color is inputted one by one, counting of the number of an isolated dot, the number of times of generating of 2 continuation dot, and the number of a mean value dot is similarly carried out to the printing dot of the picture of M color. And the multiplication of the predetermined coefficient is carried out to these three enumerated datas, respectively, these three values are added, the amount of offset is further applied to the aggregate value, and the amount of toners of M color then consumed is calculated. Therefore, the consumption of 1 concerned page M color toner is  $K_m$  about the coefficient of the toner of M color. If it carries out M color toner consumption =  $K_m \times \{k_1 \times (\text{enumerated data of the number of an isolated dot})$

+  $k_2 \times (\text{enumerated data of the number of times of generating of 2 continuation dot})$

+  $k_3 \times (\text{enumerated data of the number of mean value dot})\}$

+ The amount of offset of M color toner — It is set to (2).

[0019] The same is said of the printing dot of the picture of following and Y color, and the printing dot of the picture of K color. Therefore, the consumption of 1 concerned page Y color toner and the consumption of K color toner are  $K_k$  about the coefficient of the toner of  $K_y$  and K color in the coefficient of the toner of Y color. It carries out and is each. Y color toner consumption =  $K_y \times \{k_1 \times (\text{enumerated data of the number of an isolated dot})$

+  $k_2 \times (\text{enumerated data of the number of times of generating of 2 continuation dot})$

+  $k_3 \times (\text{enumerated data of the number of mean value dot})\}$

+ The amount of offset of Y color toner — (3) K color toner consumption =  $K_k \times \{k_1 \times (\text{enumerated data of the number of an isolated dot})$

+  $k_2 \times (\text{enumerated data of the number of times of generating of 2 continuation dot})$

+  $k_3 \times (\text{enumerated data of the number of mean value dot})\}$

+ The amount of offset of K color toner — It is set to (4).

[0020] In addition, the coefficient  $K_y$  of the weighting coefficient  $k_1$  to each above-mentioned pattern,  $k_2$ ,  $k_3$ , and the toner of each color,  $K_m$ ,  $K_c$ , and  $K_k$  A value The amount of toners of each color which printed about various pictures and was then printed by the record form is

surveyed. The surveyed amount of toners, What is necessary is just to set based on the relation between the number of the isolated dot of the printing dot train of each color of the picture printed at that time, the number of times which 2 continuation dot generates, and the number of a mean value dot etc.

[0021] Although the value of the weighting coefficient  $k_1$  to three patterns,  $k_2$ , and  $k_3$  shall use the same value by the above-mentioned (1) - (4) formula, since a property changes with colors of a toner, you may change the weighting coefficient to the pattern of an isolated dot, the weighting coefficient to the pattern of 2 continuation dot, and the weighting coefficient to the pattern of a mean value dot by the color of a toner. Moreover, in the above-mentioned explanation, although the 2nd threshold made all the same about C, M, Y, and K, you may change it by the color.

[0022] thus, various consumption of the toner of each color for which it asked can be boiled and used For example, when the color picture formation equipment concerned is connected to the personal computer, the calculated toner consumption is passed to a personal computer, toner consumption is integrated and memorized by the personal computer side, and it can display as a bar graph at the time of printing.

[0023] Since it is above, in this toner consumption method of detection The pattern of the printing dot train of each color of a printing picture An isolated dot, 2 continuation dot, It divides into three kinds of mean value dots. The number of an isolated dot, the number of times of generating of 2 continuation dot, Carry out counting of the number of a mean value dot, and carry out the multiplication of the weighting coefficient to each pattern to these three enumerated datas, and it is added to them. The multiplication of the coefficient according to the color of a toner is carried out to the aggregate value, and since what is necessary is just to perform processing in which the amount of offset is added to the multiplication value, it is realizable with easy composition so that it may mention later. Moreover, since this toner consumption method of detection detects toner consumption based on a printing dot train, it is not based on the pulse modulation method which generates the pulse for driving a laser beam, but can be applied also to the equipment which uses a Pulse-Amplitude-Modulation (Pulse Amplitude Modulation) method also for the equipment using PWM, or the equipment of the hybrid composition which combined PWM and Pulse Amplitude Modulation.

[0024] 1 operation gestalt of [the toner consumption detection equipment which adopted the 1st toner consumption method of detection], next the toner consumption detection equipment which detects toner consumption with the toner consumption method of detection mentioned above is explained. In addition, 1 printing dot presupposes that they are 6 bit patterns here.

[0025] Drawing 2 is drawing showing the regional-block view of 1 operation gestalt at the time of applying toner consumption detection equipment to a color laser printer. 1 — toner consumption detection equipment and 2 — the 1st comparator circuit and 3 — the 2nd comparator circuit and 4 — a dot array pattern distinction circuit (a distinction circuit is only called hereafter) and 5 — in the 3rd counter and 8, the 4th counter and 9 show an arithmetic circuit and 10 shows [ the 1st counter and 6 / the 2nd counter and 7 ] a pulse modulation circuit In addition, a color laser printer presupposes that it is the thing of the type with which the development counter of four colors of C, M, Y, and K has been arranged around one photo conductor here. In this type of color laser printer, it is common knowledge to form the electrostatic latent image of four colors of C, M, Y, and K in one photo conductor by one laser beam. Moreover, the composition of this type of the whole color laser printer is common knowledge, and since it moreover is not the essence of this invention, in drawing 2 , illustration is omitted about the photo conductor or the development counter.

[0026] Hereafter, each part shown in drawing 2 is explained. The 1st comparator circuit 2 is the value and the 1st threshold  $V_{th1}$  of a printing dot to input. It compares, the printing dot which has a value more than the 1st threshold is outputted to the distinction circuit 4, and it is this 1st threshold  $V_{th1}$ . It is 1 in a gradation value.

[0027] The 2nd comparator circuit 3 is the value and the 2nd threshold  $V_{th2}$  of a printing dot to input. It compares, the printing dot which has a value more than the 2nd threshold is outputted to the distinction circuit 4, and it is the 2nd threshold  $V_{th2}$  here. It is referred to as 48 with a



gradation value.

[0028] The distinction circuit 4 is based on the train of the value of the printing dot inputted one by one from the 1st comparator circuit 2 and the 2nd comparator circuit 3. When the value of a printing dot is more than the 1st threshold and the value of a printing dot is more than the 2nd threshold, It is what distinguishes the case where it is four in the case of being an isolated dot when 2 continuation dot has occurred. Whenever a gradation value detects the printing dot more than the 2nd threshold, 1 is outputted to the 1st counter 5 every. Whenever it detects that 2 continuation dot occurred, 1 is outputted to the 2nd counter 6 every, whenever it detects an isolated dot, 1 is outputted to the 3rd counter 7 every, and whenever it detects the printing dot whose gradation value is more than the 1st threshold, 1 is outputted to the 4th counter 8 every. Therefore, in this case, 1 will be outputted to both the 1st counter 5 and the 4th counter 8 at least about 48 or more printing dots whose gradation values are the 2nd threshold.

[0029] The 1st counter 5, the 2nd counter 6, the 3rd counter 7, and the 4th counter 8 will perform operation which counts up only 1, respectively, if the distinction circuits 4-1 are outputted. In addition, a control signal is notified to these four counters from the control section which manages processing of the color picture formation which is not illustrated, respectively. There are a start signal which notifies the transfer start of a printing dot, and an end signal which notifies the transfer end of a printing dot in this control signal. And if a start signal is received, these four counters will start counting of the output from the distinction circuit 4, and will pass signal \*\*\*\*\* and an enumerated data to an arithmetic circuit 9, and will clear an enumerated data. Supposing there is an array of a printing dot as followed, for example, shown in drawing 1 (a), the distinction circuit 4 As the black dot of the column of the 1st counter of drawing 1 (c) shows to the 1st counter 5, the enumerated data in the 1st counter 5 in the period of the printing dot train which will output 1, respectively at the time of the 2nd, the 6-10th, and the 13th printing dot, therefore is shown in drawing 1 (a) is set to 7. The same is said of the 2nd counter 6 - the 4th counter 8.

[0030] A control signal is notified to an arithmetic circuit 9 from the control section which manages processing of the color picture formation which is not illustrated. There are a chrominance signal which shows of which color the process performed now is a thing, a start signal which notifies the transfer start of a printing dot, and an end signal which notifies the transfer end of a printing dot in this control signal. Therefore, although an arithmetic circuit 9 receives an enumerated data from the 1st counter 5 - the 4th counter 8, the arithmetic circuit 9 recognizes whether the enumerated data received from each counters 5-8 is a thing about the picture of which color by the chrominance signal from a control section.

[0031] And an arithmetic circuit 9 calculates the enumerated data of the number of an isolated dot, the enumerated data of the number of times of generating of 2 continuation dot, and the enumerated data of the number of a mean value dot based on the enumerated data received from the 1st counter 5 - the 4th counter 8. The enumerated data of the number of an isolated dot is the enumerated data of the 3rd counter 7 itself. The enumerated data of the number of times of generating of 2 continuation dot is the enumerated data of the 2nd counter 6 itself. Moreover, the enumerated data of the number of a mean value dot can be calculated with the value which subtracted the enumerated data of the 1st counter 5 from the enumerated data of the 4th counter 8.

[0032] And an arithmetic circuit 9 is the weighting coefficient [ as opposed to each pattern to the enumerated data of the enumerated data of the number of an isolated dot, the enumerated data of the number of times of generating of 2 continuation dot, and the enumerated data of the number of a mean value dot ]  $k_1$ ,  $k_2$ , and  $k_3$ . Multiplication is carried out. These three values are added, the multiplication of the coefficient according to the color of a toner is further carried out to the aggregate value, the amount of offset according to the color of a toner is further added to it, and the toner consumption of the color concerned in this print is calculated. In addition, the weighting coefficient  $k_1$  to these three patterns,  $k_2$ , and  $k_3$  A value, the coefficient  $K_y$  of the toner of each color,  $K_m$ ,  $K_c$ , and  $K_k$  The value and the amount of offset of each color are beforehand set as the arithmetic circuit 9.

[0033] The pulse modulation circuit 10 may be the thing of the hybrid composition which

generates the pulse which drives a laser beam based on a printing dot, and combined them using Pulse Amplitude Modulation using PWM.

[0034] Hereafter, although operation is explained, the process of color picture formation shall be performed in order of C, M, Y, and K here. First, although the process of color picture formation of C is performed, a start signal is notified to the 1st counter 5 – the 4th counter 8 from a control section at this time, and the chrominance signal and start signal which show that it is color picture formation of C from a control section are notified to an arithmetic circuit 9.

[0035] And a transfer of the printing dot of the picture of C is started and this printing dot is inputted into the 1st comparator circuit 2, the 2nd comparator circuit 3, and the pulse modulation circuit 10. In the pulse modulation circuit 10, pulse modulation is performed based on the value of each printing dot, and the generated pulse is supplied to a laser mechanical component (not shown to drawing 2 ).

[0036] Moreover, for the 1st comparator circuit 2, the value of the printing dot to input is the 1st threshold Vth1. The value of the printing dot which outputs the value of the printing dot to the distinction circuit 4, and the 2nd comparator circuit 3 inputs in being above is the 2nd threshold Vth2. In being above, it performs operation which outputs the value of this printing dot to the distinction circuit 4.

[0037] And the distinction circuit 4 is based on the train of the value of the printing dot supplied one by one from the 1st comparator circuit 2 and the 2nd comparator circuit 3. When the value of a printing dot is more than the 1st threshold and the value of a printing dot is more than the 2nd threshold, It is what distinguishes the case where it is four in the case of being an isolated dot when 2 continuation dot has occurred. Whenever a gradation value detects the printing dot more than the 2nd threshold, 1 is outputted to the 1st counter 5 every. Whenever it detects that 2 continuation dot occurred, 1 is outputted to the 2nd counter 6 every, whenever it detects an isolated dot, 1 is outputted to the 3rd counter 7 every, and whenever it detects the printing dot whose gradation value is more than the 1st threshold, operation which outputs 1 to the 4th counter 8 every is performed.

[0038] The 1st counter 5 – the 4th counter 8 repeat operation counted up every, whenever the distinction circuits 4–1 are outputted after receiving a start signal until it receives a signal. and the 1st counter 5 – the 4th counter 8 — and — if a signal is received — the enumerated data at that time — an arithmetic circuit 9 — passing — an enumerated data — clearing — the following counting — operation is stood by

[0039] If an enumerated data is received from the 1st counter 5 – the 4th counter 8, since it recognizes that the enumerated data concerned is an enumerated data about the printing dot of the picture of C, an arithmetic circuit 9 will calculate the consumption of C color toner at this time by the following formula.

C color toner consumption =  $K_c \times \{k_1 \times (\text{enumerated data of the 3rd counter})$

+  $k_2 \times (\text{enumerated data of the 2nd counter})$

+  $k_3 \times (\text{enumerated data of the enumerated-data-1st counter of 4th counter})\}$

+ the amount of offset of C color toner — (5) — although the process of the image formation of M is started after doing in this way and completing the process of the image formation of C next, a start signal is notified to the 1st counter 5 – the 4th counter 8 from a control section at this time, and the chrominance signal and start signal which show that it is color picture formation of C from a control section are notified to an arithmetic circuit 9

[0040] And a transfer of the printing dot of the picture of M is started and this printing dot is inputted into the 1st comparator circuit 2, the 2nd comparator circuit 3, and the pulse modulation circuit 10. In the pulse modulation circuit 10, pulse modulation is performed based on the value of each printing dot, and the generated pulse is supplied to a laser mechanical component.

[0041] Moreover, for the 1st comparator circuit 2, the value of the printing dot to input is the 1st threshold Vth1. The value of the printing dot which outputs the value of the printing dot to the distinction circuit 4, and the 2nd comparator circuit 3 inputs in being above is the 2nd threshold Vth2. In being above, it performs operation which outputs the value of this printing dot to the distinction circuit 4.

[0042] And the distinction circuit 4 is based on the train of the value of the printing dot supplied one by one from the 1st comparator circuit 2 and the 2nd comparator circuit 3. When the value of a printing dot is more than the 1st threshold and the value of a printing dot is more than the 2nd threshold, It is what distinguishes the case where it is four in the case of being an isolated dot when 2 continuation dot has occurred. Whenever a gradation value detects the printing dot more than the 2nd threshold, 1 is outputted to the 1st counter 5 every. Whenever it detects that 2 continuation dot occurred, 1 is outputted to the 2nd counter 6 every, whenever it detects an isolated dot, 1 is outputted to the 3rd counter 7 every, and whenever it detects the printing dot whose gradation value is more than the 1st threshold, operation which outputs 1 to the 4th counter 8 every is performed.

[0043] The 1st counter 5 – the 4th counter 8 repeat operation counted up every, whenever the distinction circuits 4–1 are outputted after receiving a start signal until it receives a signal. and the 1st counter 5 – the 4th counter 8 — and — if a signal is received — the enumerated data at that time — an arithmetic circuit 9 — passing — an enumerated data — clearing — the following counting — operation is stood by

[0044] If an enumerated data is received from the 1st counter 5 – the 4th counter 8, since it recognizes that the enumerated data concerned is an enumerated data about the printing dot of the picture of M, an arithmetic circuit 9 will calculate the consumption of M color toner. at this time by the following formula.

M color toner consumption =  $K_m \times \{k_1 \times (\text{enumerated data of the 3rd counter}) + k_2 \times (\text{enumerated data of the 2nd counter}) + k_3 \times (\text{enumerated data of the enumerated-data-1st counter of 4th counter})\}$

+ The amount of offset of M color toner — (6) [0045] Next, although the process of the image formation of Y is performed, and the process of the image formation of K is performed continuously, the toner consumption of Y color and the toner consumption of K color are calculated similarly also at the time of these image formation processes. The consumption of Y color toner at this time and the consumption of K color toner are as follows respectively.

[0046]

Y color toner consumption =  $K_y \times \{k_1 \times (\text{enumerated data of the 3rd counter})$

+  $k_2 \times (\text{enumerated data of the 2nd counter})$

+  $k_3 \times (\text{enumerated data of the enumerated-data-1st counter of 4th counter})\}$

+ The amount of offset of Y color toner — (7) K color toner consumption =  $K_k \times \{k_1 \times (\text{enumerated data of the 3rd counter})$

+  $k_2 \times (\text{enumerated data of the 2nd counter})$

+  $k_3 \times (\text{enumerated data of the enumerated-data-1st counter of 4th counter})\}$

+ The amount of offset of K color toner — (8) [0047] In addition, since the case where the electrostatic latent image of four colors of C, M, Y, and K was applied to the color laser printer of the type formed in one photo conductor by one laser beam was explained, although the operation of the toner consumption of each color is performed for every formation process of one color picture in the above example In applying to the so-called tandem type equipped with four sets of a photo conductor and a development counter of thing Since what is necessary is just to form this toner consumption detection equipment in the system of four image formation processes, C, M, Y, and K, respectively, although it is also possible to calculate toner consumption per one print, of course It is also possible to calculate toner consumption in a unit with proper job unit or one-day unit etc. In this case, naturally it is necessary to change suitably the gestalt of the control signal notified to four counters and an arithmetic circuit 9 according to the unit which calculates toner consumption.

[0048] The weighting coefficient [ as opposed to three patterns by the above-mentioned explanation ]  $k_1$ ,  $k_2$ , and  $k_3$  Although the value shall use the same value, since a property changes with colors of a toner, you may change the weighting coefficient to the pattern of an isolated dot, the weighting coefficient to the pattern of 2 continuation dot, and the weighting coefficient to the pattern of a mean value dot by the color of a toner.

[0049] What is necessary is just to give the data of the consumption of the toner of each color for which it asked in the arithmetic circuit 9 to a means to manage the processing which

performs the display of toner consumption or a toner residue. In the printing screen of the personal computer which gives by this the image data printed on the color laser printer concerned, if it has the proper display function to the printer concerned itself possible [ displaying the consumption or the residue of a toner of each color with proper graphs, such as a bar graph, ], it is possible to display the consumption or the residue of a toner of each color using the display function.

[0050] Since it is above, according to this toner consumption detection equipment, the toner consumption of each color can be calculated with easy composition, and it is possible to apply to the thing using any pulse modulation methods moreover.

[0051] [The 2nd toner consumption method of detection], next the 2nd amount method of detection of toners are explained. In addition, about an isolated dot, 2 continuation dot, a mean value dot, the 1st threshold, and the 2nd threshold, it is the same in having mentioned above.

[0052] This 2nd method is improvement of the 1st method mentioned above. by the 1st method, the pattern of the array of a printing dot train Although it classified into three kinds, an isolated dot, 2 continuation dot, and a mean value dot, and the consumption of the toner of each color was detected based on three enumerated datas, the enumerated data of the number of an isolated dot, the enumerated data of the number of times of generating of 2 continuation dot, and the enumerated data of the number of a mean value dot It is made to also distinguish 3 continuation dot by this 2nd method in addition to three kinds of above-mentioned patterns. Here, 3 continuation dot shall mean the case where three printing dots whose gradation values are more than the 2nd threshold continue.

[0053] To 2 continuation dot, in addition, also distinguishing 3 continuation dot By for example, three cases where two printing dots of the maximum gradation are continuing and the case where it is continuing The latter toner consumption is because it thinks [ that toner consumption can be detected with a more sufficient precision by distinguishing 2 continuation dot and 3 continuation dot, and ] since there is a phenomenon of increasing more than it instead of 3/2 of the former toner consumption a little.

[0054] Specifically, it is as follows. Now, the toner consumption of each color shall be detected per 1 page. Moreover, the process of color picture formation shall be performed in order of C, M, Y, and K.

[0055] In this case, counting of the number of an isolated dot, the number of times of generating of 2 continuation dot, the number of times of generating of 3 continuation dot, and the number of a mean value dot is first carried out about the printing dot of the picture of C color inputted one by one. For example, it carries out to it seeming that the printing dot train of the picture of C color shows now drawing 3 (a). In addition, drawing 3 (a) is the same as drawing 1 (a). 1 printing dots are 6 bit patterns, and are taken as the 1st threshold  $V_{th1} = 1$  and the 2nd threshold  $V_{th2} = 48$  also here.

[0056] About an isolated dot, 2 continuation dot, and a mean value dot, it is the same in having explained by the 1st method. About 3 continuation dot, it is as follows. The gradation value of the 6th printing dot is more than the 2nd threshold, and both the gradation values of the 7th and the 8th following printing dot are also more than the 2nd threshold. Therefore, since the printing dot more than the 2nd threshold is following [ the gradation value ] the 6th, the 7th, and the 8th, 3 continuation dot has occurred once here. It shows this that the black dot is attached to the part of the 8th printing dot of the column of 3 continuation dot of drawing 3 (b). Similarly, since each gradation value of the 7th, the 8th, and the 9th printing dot is more than the 2nd threshold, 3 continuation dot has occurred once also here. It shows this that the black dot is attached to the part of the 9th printing dot of the column of 3 continuation dot of drawing 3 (b). It is the same as that of the following. Therefore, in the case of drawing 3 (a), the enumerated data of the number of 3 and a mean value dot is set [ the enumerated data of the number of an isolated dot / the enumerated data of the number of times of generating of 2 and 2 continuation dot ] to 6 by the enumerated data of the number of times of generating of 4 and 3 continuation dot.

[0057] And the multiplication of the weighting coefficient to each pattern is carried out to these four enumerated datas, respectively, and those four values are added. And the multiplication of the coefficient of the toner of C color is further carried out to the aggregate value, the amount

of offset is further applied to the multiplication value, and the amount of toners of C color then consumed is calculated. Therefore, the consumption of 1 concerned page C color toner A weighting coefficient [ as opposed to the pattern of k1 and 2 continuation dot for the weighting coefficient to the pattern of an isolated dot ] k2, It is a weighting coefficient [ as opposed to the pattern of k3 and a mean value dot for the weighting coefficient to the pattern of 3 continuation dot ] k4 It carries out and is Kc about the coefficient of the toner of C color. It carries out. C color toner consumption =  $K_c \times \{k_1 \times (\text{enumerated data of the number of an isolated dot}) + k_2 \times (\text{enumerated data of the number of times of generating of 2 continuation dot}) + k_3 \times (\text{enumerated data of the number of times of generating of 3 continuation dot}) + k_4 \times (\text{enumerated data of the number of mean value dot})\}$   
 + The amount of offset of C color toner — It is set to (9).

[0058] Next, although the printing dot of the picture of M color is inputted one by one, counting of the number of an isolated dot, the number of times of generating of 2 continuation dot, the number of times of generating of 3 continuation dot, and the number of a mean value dot is similarly carried out to the printing dot of the picture of M color. And the multiplication of the weighting coefficient to each pattern is carried out to these four enumerated datas, respectively, and those four values are added. and — further — the aggregate value — the coefficient of the toner of M color — multiplication — carrying out — further — the multiplication value — the amount of offset — in addition, the amount of toners of M color then consumed is calculated Therefore, the consumption of 1 concerned page C color toner is Km about the coefficient of the toner of M color. It carries out. M color toner consumption =  $K_m \times \{k_1 \times (\text{enumerated data of the number of an isolated dot})$

+  $k_2 \times (\text{enumerated data of the number of times of generating of 2 continuation dot})$   
 +  $k_3 \times (\text{enumerated data of the number of times of generating of 3 continuation dot})$   
 +  $k_4 \times (\text{enumerated data of the number of mean value dot})\}$   
 + The amount of offset of M color toner — It is set to (10).

[0059] The same is said of the printing dot of the picture of following and Y color, and the printing dot of the picture of K color. Therefore, the consumption of 1 concerned page Y color toner and the consumption of K color toner are Kk about the coefficient of the toner of Ky and K color in the coefficient of the toner of Y color. It carries out and is each. Y color toner consumption =  $K_y \times \{k_1 \times (\text{enumerated data of the number of an isolated dot})$

+  $k_2 \times (\text{enumerated data of the number of times of generating of 2 continuation dot})$   
 +  $k_3 \times (\text{enumerated data of the number of times of generating of 3 continuation dot})$   
 +  $k_4 \times (\text{enumerated data of the number of mean value dot})\}$   
 + The amount of offset of Y color toner — (11) K color toner consumption =  $K_k \times \{k_1 \times (\text{enumerated data of the number of an isolated dot})$   
 +  $k_2 \times (\text{enumerated data of the number of times of generating of 2 continuation dot})$   
 +  $k_3 \times (\text{enumerated data of the number of times of generating of 3 continuation dot})$   
 +  $k_4 \times (\text{enumerated data of the number of mean value dot})\}$   
 + The amount of offset of K color toner — It is set to (12).

[0060] In addition, the weighting coefficient k1 to each above-mentioned pattern, k2, k3, and k4 And the coefficient Ky of the toner of each color, Km, Kc, and Kk A value The amount of toners of each color which printed about various pictures and was then printed by the record form is surveyed. The surveyed amount of toners, What is necessary is just to set based on the relation between the number of the isolated dot of the printing dot train of each color of the picture printed at that time, the number of times which 2 continuation dot generates, the number of times which 3 continuation dot generates, and the number of a mean value dot etc.

[0061] The weighting coefficient [ as opposed to four patterns at the above-mentioned (9) – (12) formula ] k1, k2, and k3 and k4 Although the value shall use the same value A weighting coefficient [ as opposed to the pattern of an isolated dot by the color of a toner ] since a property changes with colors of a toner, You may change the weighting coefficient to the pattern of 2 continuation dot, the weighting coefficient to the pattern of 3 continuation dot, and the weighting coefficient to the pattern of a mean value dot. Moreover, in the above-mentioned explanation, although the 2nd threshold made all the same about C, M, Y, and K, you may change

it by the color. in addition, as for various consumption of the toner of each color for which carried out in this way and it asked, it is same in having mentioned above that it can be alike and can use

[0062] Since it is above, in this toner consumption method of detection The pattern of the printing dot train of each color of a printing picture An isolated dot, 2 continuation dot, It divides into four kinds of 3 continuation dot and a mean value dot. The number of an isolated dot, Counting of the number of times of generating of 2 continuation dot, the number of times of generating of 3 continuation dot, and the number of a mean value dot is carried out. Since what is necessary is just to perform processing in which carry out the multiplication of the weighting coefficient to each pattern to these four enumerated datas, and add it to them, and carry out the multiplication of the coefficient according to the color of a toner to the aggregate value, and the amount of offset is added to the multiplication value, it is realizable with easy composition so that it may mention later. Moreover, since this toner consumption method of detection detects toner consumption based on a printing dot train, it is not based on the pulse modulation method which generates the pulse for driving a laser beam, but can be applied also to the equipment which uses a Pulse-Amplitude-Modulation (Pulse Amplitude Modulation) method also for the equipment using PWM, or the equipment of the hybrid composition which combined PWM and Pulse Amplitude Modulation.

[0063] 1 operation gestalt of [the toner consumption detection equipment which adopted the 2nd toner consumption method of detection], next the toner consumption detection equipment which detects toner consumption with the 2nd toner consumption method of detection mentioned above is explained. In addition, 1 printing dot presupposes that they are 6 bit patterns here.

[0064] Drawing 4 is drawing showing the regional-block view of 1 operation gestalt at the time of applying toner consumption detection equipment to a color laser printer. Although the composition shown in drawing 4 is the same as that of what is shown in drawing 2, a part of the operation differs. In drawing 4, in toner consumption detection equipment and 12, a dot array pattern distinction circuit (a distinction circuit is only called hereafter) and 13 show the 2nd counter, and 14 shows [ 11 ] an arithmetic circuit. In addition, in drawing 4, the explanation which attaches the same sign and overlaps about the same thing as what is shown in drawing 2 will be minimized. Moreover, although [ here / a color laser printer ] it is the thing of the type with which the development counter of four colors of C, M, Y, and K has been arranged around one photo conductor, the composition of this type of the whole color laser printer is common knowledge, and since it moreover is not the essence of this invention, by drawing 4, illustration is omitted about the photo conductor or the development counter.

[0065] The distinction circuit 12 is based on the train of the value of the printing dot inputted one by one from the 1st comparator circuit 2 and the 2nd comparator circuit 3. When the value of a printing dot is more than the 1st threshold and the value of a printing dot is more than the 2nd threshold, It is what distinguishes the case where it is four in the case of being an isolated dot when 3 continuation dot has occurred. Whenever a gradation value detects the printing dot more than the 2nd threshold, 1 is outputted to the 1st counter 5 every. Whenever it detects that 3 continuation dot occurred, 1 is outputted to the 2nd counter 13 every, whenever it detects an isolated dot, 1 is outputted to the 3rd counter 7 every, and whenever it detects the printing dot whose gradation value is more than the 1st threshold, 1 is outputted to the 4th counter 8 every.

[0066] The 1st counter 5, the 2nd counter 13, the 3rd counter 7, and the 4th counter 8 will perform operation which counts up only 1, respectively, if the distinction circuits 12-1 are outputted. In addition, a control signal is notified to these four counters from the control section which manages processing of the color picture formation which is not illustrated, respectively. There are a start signal which notifies the transfer start of a printing dot, and an end signal which notifies the transfer end of a printing dot in this control signal. And if a start signal is received, these four counters will start counting of the output from the distinction circuit 12, and will pass signal \*\*\*\*\* and an enumerated data to an arithmetic circuit 14, and will clear an enumerated data. Supposing there is an array of a printing dot as followed, for example, shown in drawing 3 (a), the distinction circuit 12 As the black dot of the column of the 1st counter of

drawing 1 (c) shows to the 1st counter 5, the enumerated data in the 1st counter 5 in the period of the printing dot train which will output 1, respectively at the time of the 2nd, the 6–10th, and the 13th printing dot, therefore is shown in drawing 1 (a) is set to 7. The same is said of the 2nd counter 13, the 3rd counter 7, and the 4th counter 8.

[0067] A control signal is notified to an arithmetic circuit 14 from the control section which manages processing of the color picture formation which is not illustrated. There are a chrominance signal which shows of which color the process performed now is a thing, a start signal which notifies the transfer start of a printing dot, and an end signal which notifies the transfer end of a printing dot in this control signal. Therefore, although an arithmetic circuit 14 receives an enumerated data from the 1st – the 4th counter, the arithmetic circuit 14 recognizes whether the enumerated data received from each counter is a thing about the picture of which color by the chrominance signal from a control section.

[0068] And an arithmetic circuit 14 calculates the enumerated data of the number of an isolated dot, the enumerated data of the number of times of generating of 2 continuation dot, the enumerated data of the number of times of generating of 3 continuation dot, and the enumerated data of the number of a mean value dot based on the enumerated data received from the 1st counter – the 4th counter. The enumerated data of the number of an isolated dot is the enumerated data of the 3rd counter 7 itself. The enumerated data of the number of times of generating of 3 continuation dot is the enumerated data of the 2nd counter 13 itself. Moreover, the enumerated data of the number of times of generating of 2 continuation dot can be calculated with the value which subtracted the enumerated data of the 2nd counter, and the enumerated data of the 3rd counter from the enumerated data of the 1st counter 5. Furthermore, the enumerated data of the number of a mean value dot can be calculated with the value which subtracted the enumerated data of the 1st counter 5 from the enumerated data of the 4th counter 8.

[0069] An arithmetic circuit 14 And the enumerated data of the number of an isolated dot, the enumerated data of the number of times of generating of 2 continuation dot, The weighting coefficient [ respectively as opposed to each pattern to four enumerated datas of the enumerated data of the number of times of generating of 3 continuation dot, and the enumerated data of the number of a mean value dot ]  $k_1$ ,  $k_2$ ,  $k_3$ , and  $k_4$  Multiplication is carried out. These four values are added, the multiplication of the coefficient according to the color of a toner is further carried out to the aggregate value, the amount of offset according to the color of a toner is further added to it, and the toner consumption of the color concerned in this print is calculated. In addition, the weighting coefficient  $k_1$  to these four patterns,  $k_2$ ,  $k_3$ , and  $k_4$  A value, the coefficient  $K_y$  of the toner of each color,  $K_m$ ,  $K_c$ , and  $K_k$  The value and the amount of offset of each color are beforehand set as the arithmetic circuit 14.

[0070] Hereafter, although operation is explained, the process of color picture formation shall be performed in order of C, M, Y, and K here. First, although the process of color picture formation of C is performed, a start signal is notified to the 1st counter 5 – the 4th counter 8 from a control section at this time, and the chrominance signal and start signal which show that it is color picture formation of C from a control section are notified to an arithmetic circuit 14.

[0071] And a transfer of the printing dot of the picture of C is started and this printing dot is inputted into the 1st comparator circuit 2, the 2nd comparator circuit 3, and the pulse modulation circuit 10. In the pulse modulation circuit 10, pulse modulation is performed based on the value of each printing dot, and the generated pulse is supplied to a laser mechanical component (not shown to drawing 4 ).

[0072] Moreover, for the 1st comparator circuit 2, the value of the printing dot to input is the 1st threshold  $V_{th1}$ . The value of the printing dot which outputs the value of the printing dot to the distinction circuit 12, and the 2nd comparator circuit 3 inputs in being above is the 2nd threshold  $V_{th2}$ . In being above, it performs operation which outputs the value of this printing dot to the distinction circuit 12.

[0073] And the distinction circuit 12 is based on the train of the value of the printing dot supplied one by one from the 1st comparator circuit 2 and the 2nd comparator circuit 3. When the value of a printing dot is more than the 1st threshold and the value of a printing dot is more



than the 2nd threshold, It is what distinguishes the case where it is four in the case of being an isolated dot when 3 continuation dot has occurred. Whenever a gradation value detects the printing dot more than the 2nd threshold, 1 is outputted to the 1st counter 5 every. Whenever it detects that 3 continuation dot occurred, 1 is outputted to the 2nd counter 13 every, whenever it detects an isolated dot, 1 is outputted to the 3rd counter 7 every, and whenever it detects the printing dot whose gradation value is more than the 1st threshold, operation which outputs 1 to the 4th counter 8 every is performed.

[0074] The 1st counter 5 – the 4th counter 8 repeat operation counted up every, whenever the distinction circuits 12–1 are outputted after receiving a start signal until it receives a signal. and the 1st counter 5 – the 4th counter 8 — and — if a signal is received — the enumerated data at that time — an arithmetic circuit 14 — passing — an enumerated data — clearing — the following counting — operation is stood by

[0075] If an enumerated data is received from the 1st counter 5 – the 4th counter 8, an arithmetic circuit 14 Since it recognizes that the enumerated data concerned is an enumerated data about the printing dot of the picture of C It is [ enumerated data / of the 1st counter 5 ] the enumerated data of c3 and the 4th counter 8 about the enumerated data of c2 and the 3rd counter 7 in the enumerated data of c1 and the 2nd counter 13 c4 It carries out and the consumption of C color toner at this time is calculated by the following formula.

C color toner consumption =  $K_c \{ k_1 x c_3 + k_2 x (c_1 - c_2 - c_3) + k_3 x c_2 + \text{The amount of offset of a } k_4 x (c_4 - c_1) \} + \text{C color toner}$  — (13) Here  $k_1$  The weighting coefficient and  $k_2$  to the pattern of an isolated dot The weighting coefficient and  $k_3$  to the pattern of 2 continuation dot The weighting coefficient and  $k_4$  to the pattern of 3 continuation dot It is a weighting coefficient to the pattern of a mean value dot.

[0076] Thus, although image formation of M is performed, the process of the image formation of Y is performed to the degree and the process of the image formation of K is further performed to it after the process of the image formation of C is completed next, an arithmetic circuit 14 calculates the toner consumption of M color, the toner consumption of Y color, and the toner consumption of K color by the following formula similarly also at the time of these image formation processes.

[0077]

M color toner consumption =  $K_m \{ k_1 x c_3 + k_2 x (c_1 - c_2 - c_3) + k_3 x c_2 + \text{The amount of offset of a } k_4 x (c_4 - c_1) \} + \text{M color toner}$  — (14) Y color toner consumption =  $K_y \{ k_1 x c_3 + k_2 x (c_1 - c_2 - c_3) + k_3 x c_2 + \text{The amount of offset of a } k_4 x (c_4 - c_1) \} + \text{Y color toner}$  — (15) K color toner consumption =  $K_k \{ k_1 x c_3 + k_2 x (c_1 - c_2 - c_3) + k_3 x c_2 + \text{The amount of offset of a } k_4 x (c_4 - c_1) \} + \text{K color toner}$  — (16)

[0078] The weighting coefficient [ as opposed to / as mentioned above / four patterns ]  $k_1$ ,  $k_2$ ,  $k_3$ , and  $k_4$  A value and the coefficient  $K_y$  of the toner of each color,  $K_m$ ,  $K_c$ , and  $K_k$  Although a value can be calculated by experiment When 1 printing dot considers as 6 bit patterns and the 2nd threshold  $V_{th2} = 48$  according to the experiment of this invention person,  $k_1 = 0.76$  — (17)  $k_2 = 1.00$  — (18)  $k_3 = 1.10$  — (19)  $k_4 = 0.30$  — (20)  $K_c = 9.20 \times 10^{-6}$  — (21)  $K_m = 10.50 \times 10^{-6}$  — (22)  $K_y = 9.95 \times 10^{-6}$  — (23)  $K_k = 12.53 \times 10^{-6}$  — (24) was obtained. When calculating (13) – (16) formula using these values, it was checked that the toner consumption of each color can be calculated in the unit of mg.

[0079] In addition, since the case where the electrostatic latent image of four colors of C, M, Y, and K was applied to the color laser printer of the type formed in one photo conductor by one laser beam was explained, although the operation of the toner consumption of each color is performed for every formation process of one color picture in the above example In applying to the so-called tandem type equipped with four sets of a photo conductor and a development counter of thing Since what is necessary is just to form this toner consumption detection equipment in the system of four image formation processes, C, M, Y, and K, respectively, although it is also possible to calculate toner consumption per one print, of course It is also possible to calculate toner consumption in a unit with proper job unit or one-day unit etc. In this case, naturally it is necessary to change suitably the gestalt of the control signal notified to four counters and an arithmetic circuit 14 according to the unit which calculates toner consumption.

[0080] In addition, the weighting coefficient [ as opposed to four patterns by the above—



mentioned explanation ]  $k_1$ ,  $k_2$ , and  $k_3$  and  $k_4$  Although the value shall use the same value A weighting coefficient [ as opposed to the pattern of an isolated dot by the color of a toner ] since a property changes with colors of a toner, You may change the weighting coefficient to the pattern of 2 continuation dot, the weighting coefficient to the pattern of 3 continuation dot, and the weighting coefficient to the pattern of a mean value dot.

[0081] About the method of use of the data of the consumption of the toner of each color for which it asked in the arithmetic circuit 14, it is the same in having mentioned above.

[0082] Since it is above, according to this toner consumption detection equipment, the toner consumption of each color can be calculated with easy composition, and it is possible to apply to the thing using any pulse modulation methods moreover.

[0083] A [experimental result], next the experimental result which this invention person performed are shown in drawing 5 . Drawing 5 is drawing showing the relation between the theoretical value of the toner consumption per sheet when printing 19 various pictures, such as a picture including both the graphic picture and natural picture containing many natural pictures of a landscape etc., geometric figures, etc., and a graphic picture, and the actual measurement of the amount of toners actually consumed at the time of a print. In addition, in this experiment, 1 printing dots are 6 bit patterns, and are the 1st threshold  $V_{th1} = 1$  and the 2nd threshold  $V_{th2} = 48$ .

[0084] Here, the theoretical value of toner consumption is the consumption of the toner of each color for which it asked by (13) – (16) formula using the value of above-mentioned (17) – (24). In drawing 5 (a), the consumption of M toner and drawing 5 (c) show the consumption of C color toner, drawing 5 (d) shows the consumption of K color toner, a horizontal axis is a theoretical value per sheet, the vertical axis of all is an actual measurement per sheet, and the unit of the consumption of Y color toner and drawing 5 (b) is mg. Moreover, every point of the picture on which each of which is plotted at the white round head or black rectangular head of drawing 5 (a) – (d) printed, respectively is shown, and 19 points are plotted by each of drawing 5 (a) – (d). Moreover, although the equation " $y=1.0000x-0.0002$ " is indicated by drawing 5 (a), it is the linear equation shown in drawing 5 (a) when this sets a horizontal axis to x and sets a vertical axis to y. Moreover, although the publication " $R^2=0.9831$ " is shown in drawing 5 (a), this is a correlation coefficient when searching for the correlation of a theoretical value and an actual measurement about 19 points currently plotted. Drawing 5 (b) The same is said of – (d).

[0085] Then, if drawing 5 (a) – (d) is seen, as for the correlation coefficient of a theoretical value and an actual measurement, it turns out about the toner of all colors that near and the point currently plotted are good on one straight line, and it has ridden 1. it is shown that this, i.e., a theoretical value, suits the actual measurement well — \*\*\*\* — there are no other oaks

[0086] Next, drawing 6 is shown for drawing 5 and comparison. Drawing 6 is drawing showing the relation between the theoretical value of the toner consumption when printing the 19 same pictures, and the actual measurement of the amount of toners actually consumed at the time of a print with having printed by drawing 5 . Although it is \*\* and the 1st threshold  $V_{th1} = 1$  in 1 printing dot \*\* h6 bit pattern also in this experiment, it is made with the 2nd threshold  $V_{th2} = 63$ . That is, in this experiment, the 2nd threshold is made with the maximum gradation value. In addition, the meaning of an equation and the meaning of a correlation coefficient are the same as drawing 5 .

[0087] Drawing 6 (a) When – (d) is seen, it turns out that there is a plot which is separated from the straight line, and that it is worse than what a correlation coefficient shows to drawing 5 . The above thing shows that it is useful to set the 2nd threshold to 48 with a gradation value, when 1 printing dots are 6 bit patterns.

[0088] thus, the case where 1 printing dots are 6 bit patterns — the 2nd threshold  $V_{th2}$  although the theoretical explanation about what it can be referred to as 48 with a gradation value, the pattern of a printing dot train can be divided into four patterns, an isolated dot, 2 continuation dot, 3 continuation dot, and a mean value dot, and (9) – (12) formula can detect toner consumption with a sufficient precision for is very difficult. — an outline — it is thought that the following can be said

[0089] When 1 printing dots are 6 bit patterns, as are mentioned above, and a gradation value

shows 48 by P in drawing 7 , corresponding to the gradation value near [ with the longer laser luminescence time in the graph which shows the relation between laser luminescence time and toner consumption ] the point of inflection is checked. And when it is going to set up a threshold, adopting the point of inflection of a graph or the value of the near in many cases generally is known well. Moreover, the printing dot of the gradation value of P or more points can be considered that the amount of toners consumed is equivalent so that clearly also from the property of the solid line of drawing 7 . From the above thing, when 1 printing dots are 6 bit patterns, it is considered that there is validity to set the 2nd threshold to 48 with a gradation value.

[0090] However, it is desirable to distinguish the case of an isolated dot, the case of 2 continuation dot, and the case of 3 continuation dot for the reason mentioned above, even if a value is a printing dot more than the 2nd threshold. From this, there is validity of a value dividing into three patterns, an isolated dot, 2 continuation dot, and 3 continuation dot, about the printing dot more than the 2nd threshold.

[0091] As mentioned above, from the property of the solid line of drawing 7 , although it is possible that the amount of toners in which a value is consumed about the printing dot more than the 2nd threshold is equivalent, since it cannot say, that a value is such about the printing dot of under the 2nd threshold must carry out another handling. This is a mean value dot.

[0092] By the way, although what is shown with the dashed line of drawing 7 connects the ends of the property shown as a solid line and it is the case where the property of laser luminescence time and toner consumption is alignment, the toner consumption of a mean value dot with a small value is smaller than the case of an alignment property, and the toner consumption of a mean value dot with a large value will become [ many ] from the case of an alignment property. If the average of the value of a mean value dot is taken when are seen about the value of each printing dot from this and many printing dots are seen as a whole like an one picture unit although the value of a printing dot and the relation of toner consumption were nonlinear to be sure, it will be expected whether the average is settled in a certain specific value. Then, the printing dot which a value is more than the 1st threshold, and is under the 2nd threshold is considered that there is validity of treating in all together as a mean value dot.

[0093] As mentioned above, when 1 printing dots are 6 bit patterns, this invention person from the above thing as the 1st threshold  $V_{th\ 1} = 1$  and the 2nd threshold  $V_{th\ 2} = 48$  The pattern division of the printing dot train is carried out at four kinds, an isolated dot, 2 continuation dot, 3 continuation dot, and a mean value dot. The number of an isolated dot, the number of times of generating of 2 continuation dot, the number of times of generating of 3 continuation dot, When counting of the number of an isolated dot tended to be carried out, (9) – (12) formula tended to detect the toner consumption of each color based on those enumerated datas and it asked for the weighting coefficient to each pattern, and the coefficient of the toner of each color by experiment, the result as shown in drawing 5 was obtained.

[0094] Since it is above, according to this toner consumption detection equipment, the consumption of the toner of each color can be calculated with a sufficient precision with easy composition, and, moreover, it can apply also to the equipment using the thing of hybrid composition, or the equipment which performs pulse modulation by other methods also at the equipment which uses Pulse Amplitude Modulation also for equipment using PWM as a pulse modulation method.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

**[Brief Description of the Drawings]**

**[Drawing 1]** While explaining the 1st toner consumption method of detection concerning this invention, it is drawing for explaining operation of the dot array pattern distinction circuit 4 of the toner consumption detection equipment 1 shown in drawing 2 .

**[Drawing 2]** It is drawing showing 1 operation gestalt of the toner consumption detection equipment which detects toner consumption with the 1st toner consumption method of detection.

**[Drawing 3]** While explaining the 2nd toner consumption method of detection concerning this invention, it is drawing for explaining operation of the dot array pattern distinction circuit 12 of the toner consumption detection equipment 11 shown in drawing 4 .

**[Drawing 4]** It is drawing showing 1 operation gestalt of the toner consumption detection equipment which detects toner consumption with the 2nd toner consumption method of detection.

**[Drawing 5]** It is drawing showing an experimental result.

**[Drawing 6]** It is drawing showing other experimental results.

**[Drawing 7]** It is drawing showing the outline of the relation between the laser luminescence time when printing only the printing dot of a piece, and the amount of toners consumed by the printed dot.

**[Description of Notations]**

1 [ — The 2nd comparator circuit, 4 / — A dot array pattern distinction circuit 5 / — The 1st counter, 6 / — The 2nd counter, 7 / — The 3rd counter, 8 / — The 4th counter, 9 / — An arithmetic circuit, 10 / — A pulse modulation circuit, 11 / — Toner consumption detection equipment, 12 / — A dot array pattern distinction circuit 13 / — The 2nd counter, 14 / — Arithmetic circuit. ] — Toner consumption detection equipment, 2 — The 1st comparator circuit, 3

---

**[Translation done.]**

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-174929

(P2002-174929A)

(43)公開日 平成14年6月21日(2002.6.21)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームト*(参考)
G 0 3 G 15/00	3 0 3	G 0 3 G 15/00	3 0 3 2 C 3 6 2
B 4 1 J 2/44		15/01	1 1 3 A 2 H 0 2 7
G 0 3 G 15/01	1 1 3	15/08	1 1 4 2 H 0 3 0
15/08	1 1 4	B 4 1 J 3/00	M 2 H 0 7 7

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 16 頁)

(21)出願番号 特願2000-370962(P2000-370962)

(22)出願日 平成12年12月6日(2000.12.6)

(71)出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72)発明者 杉田 隆俊

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(72)発明者 山田 喜子

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(74)代理人 100095980

弁理士 菅井 英雄 (外7名)

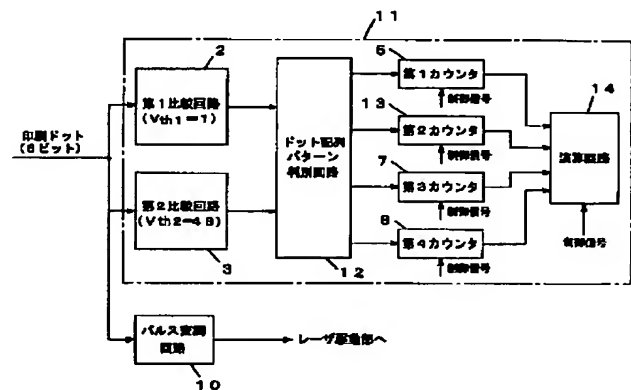
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 トナー消費量検出方法及び装置

(57)【要約】

【課題】カラーレーザプリンタにおいて、簡単な構成で、精度よく各色のトナーの消費量を求める。

【解決手段】第1比較回路2は階調値が1以上の印刷ドットを出力し、第2比較回路3は階調値が48以上の印刷ドットを出力する。ドット配列パターン判別回路12は、階調値が48以上の印刷ドットを検知する度毎に第1カウンタ5に1を出力し、3連続ドットが発生したことを検知する度毎に第2カウンタ13に1を出力し、孤立ドットを検知する度毎に第3カウンタ7に1を出力し、階調値が1以上である印刷ドットを検知する度毎に第4カウンタ8に1を出力する。第1カウンタ5、第2カウンタ13、第3カウンタ7、第4カウンタ8は、それぞれ、判別回路12から1が出力されると、1だけカウントアップする動作を行う。演算回路14は、第1～第4カウンタから受けた計数値に基づいて、所定の式によりトナー消費量を演算する。



**【特許請求の範囲】**

**【請求項1】** 所定の単位の期間に、印刷する各色の画像について、印刷ドット列を孤立ドット、2連続ドット、中間値ドットの3つのパターンに分け、孤立ドットの個数、2連続ドットの発生回数、及び中間値ドットの個数を計数し、それらの計数値に基づいて記録用紙に記録された各色のトナーの消費量を求めることを特徴とするトナー消費量検出方法。

**【請求項2】** 所定の単位の期間に、印刷する各色の画像について、印刷ドット列を孤立ドット、2連続ドット、3連続ドット、中間値ドットの4つのパターンに分け、孤立ドットの個数、2連続ドットの発生回数、3連続ドットの発生回数、及び中間値ドットの個数を計数し、それらの計数値に基づいて記録用紙に記録された各色のトナーの消費量を求めることを特徴とするトナー消費量検出方法。

**【請求項3】** 第1の閾値と印刷ドットの値を比較する第1比較回路と、  
第1の閾値より大きい第2の閾値と印刷ドットの値を比較する第2比較回路と、  
第1比較回路及び第2比較回路の出力に基づいて、印刷ドット列を孤立ドット、2連続ドット、中間値ドットの3つのパターンに分け、孤立ドットの個数、2連続ドットの発生回数、及び中間値ドットの個数を計数し、それらの計数値に基づいて記録用紙に記録された各色のトナーの消費量を求める演算手段とを備えることを特徴とするトナー消費量検出装置。

**【請求項4】** 第1の閾値と印刷ドットの値を比較する第1比較回路と、  
第1の閾値より大きい第2の閾値と印刷ドットの値を比較する第2比較回路と、  
第1比較回路及び第2比較回路の出力に基づいて、印刷ドット列を孤立ドット、2連続ドット、3連続ドット、中間値ドットの3つのパターンに分け、孤立ドットの個数、2連続ドットの発生回数、3連続ドットの発生回数、及び中間値ドットの個数を計数し、それらの計数値に基づいて記録用紙に記録された各色のトナーの消費量を求める演算手段とを備えることを特徴とするトナー消費量検出装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

**【発明の属する技術分野】** 本発明は、印刷データにより変調された光ビームにより感光体に静電潜像を形成し、この静電潜像に記録材料であるカラートナーを静電的に吸着させて記録用紙に画像を形成するカラーレーザプリンタ等のカラー画像形成装置において、各色のトナーの消費量を簡単な構成で精度よく求める方法及び装置に関する。

**【0002】**

**【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】** カラー

レーザプリンタ等のカラートナーを用いてカラー画像形成を行う装置においては、ユーザに対して、イエロー（Y）、マゼンタ（M）、シアン（C）、ブラック（K）の各色のトナーの消費量あるいは残量を示すことが要望されている。そのためには、カラー画像形成を行う度毎に各色のトナーがどれだけ消費されたかを検出する必要があるが、近年のカラー画像形成装置においては、記録用紙に実際に印刷される一つ一つのドット（これを印刷ドットと称する）は多階調、即ち1印刷ドットは複数ビット構成となされており、しかも、印刷ドットの値と、消費されるトナー量との関係は非線形であるので、カラー画像形成を行ったときに消費されるC、M、Y、Kの各色のトナー消費量を検出することは非常に難しいとされている。

**【0003】** 印刷ドットの値とトナー消費量の関係が非線形であることはよく知られているが、例えば次のようなことがある。現在のカラー画像形成装置では、パルス変調方式として、印刷ドットの値に応じた幅を有するパルスを生成してレーザ光の発光時間を制御するパルス幅変調（PWM）方式が採用されているのが一般的であるが、一個の印刷ドットだけを印刷したときのレーザ発光時間、即ちPWM回路から出力されたパルスの幅と、印刷されたドットに消費されるトナー量との関係は概略図7の実線で示すようになることが知られている。レーザ発光時間は印刷ドットの値に応じたものであるから、以上のことは印刷ドットの値とトナー消費量との関係は非線形であることを意味しているといえることができる。

**【0004】** しかし、図7の実線で示す関係は常に成り立つのではない。例えば、ある値の印刷ドットを1つだけ単独で印刷したときのトナー消費量が $X\text{mg}$ であっても、当該印刷ドットの前後の隣接する印刷ドットの値によっては、当該印刷ドットを印刷するに要するトナー量は $X\text{mg}$ とは異なってくるのである。このように、印刷ドットを単独で1個だけ印刷する場合にも印刷ドットの値と消費トナー量の関係は非線形であり、さらに、その前後の隣接する印刷ドットの値によっても当該印刷ドットを印刷する場合に消費されるトナー量は変化するという、非常に複雑な現象があるのである。

**【0005】** 本発明は以上のような事情に鑑みてなされたもので、1印刷ドットが複数ビット構成であるカラー画像形成装置においても、簡単な構成で、しかも精度よく、C、M、Y、Kの各色のトナーの消費量を検出することができるトナー消費量検出方法及び装置を提供することを目的とするものである。

**【0006】**

**【課題を解決するための手段】** 上記の目的を達成するために、本発明に係る第1のトナー消費量検出方法は、請求項1記載のように、所定の単位の期間に、印刷する各色の画像について、印刷ドット列を孤立ドット、2連続ドット、中間値ドットの3つのパターンに分け、孤立ド

ットの個数、2連続ドットの発生回数、及び中間値ドットの個数を計数し、それらの計数値に基づいて記録用紙に記録された各色のトナーの消費量を求めることを特徴とする。また、本発明に係る第2のトナー消費量検出方法は、請求項2記載のように、所定の単位の期間に、印刷する各色の画像について、印刷ドット列を孤立ドット、2連続ドット、3連続ドット、中間値ドットの4つのパターンに分け、孤立ドットの個数、2連続ドットの発生回数、3連続ドットの発生回数、及び中間値ドットの個数を計数し、それらの計数値に基づいて記録用紙に記録された各色のトナーの消費量を求めることを特徴とする。本発明に係る第1のトナー消費量検出装置は、請求項3記載のように、第1の閾値と印刷ドットの値を比較する第1比較回路と、第1の閾値より大きい第2の閾値と印刷ドットの値を比較する第2比較回路と、第1比較回路及び第2比較回路の出力に基づいて、印刷ドット列を孤立ドット、2連続ドット、中間値ドットの3つのパターンに分け、孤立ドットの個数、2連続ドットの発生回数、及び中間値ドットの個数を計数し、それらの計数値に基づいて記録用紙に記録された各色のトナーの消費量を求める演算手段とを備えることを特徴とする。また、本発明に係る第2のトナー消費量検出装置は、請求項4記載のように、第1の閾値と印刷ドットの値を比較する第1比較回路と、第1の閾値より大きい第2の閾値と印刷ドットの値を比較する第2比較回路と、第1比較回路及び第2比較回路の出力に基づいて、印刷ドット列を孤立ドット、2連続ドット、3連続ドット、中間値ドットの3つのパターンに分け、孤立ドットの個数、2連続ドットの発生回数、3連続ドットの発生回数、及び中間値ドットの個数を計数し、それらの計数値に基づいて記録用紙に記録された各色のトナーの消費量を求める演算手段とを備えることを特徴とする。

#### 【0007】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しつつ発明の実施の形態について説明する。ところで、上述したように印刷ドットの値と消費トナー量との関係は非線形であるので、印刷ドットの値に着目してトナー消費量を検出しようとするのは難しいものとなる。そこで、本発明者は、種々の実験の結果、各々の印刷ドットの値それ自体に着目するのではなく、入力する印刷ドット列がどのような値の印刷ドットの配列となっているか、その配列のパターンに着目してトナー消費量を検出する2つの方法を見出したのである。第1の方法は基本的な方法であり、第2の方法は第1の方法の改良である。なお、実験結果については後に示す。

【0008】【第1のトナー消費量検出方法】まず、第1の方法について説明する。この方法においては、印刷ドットの値に2つの閾値 $V_{th1}$ 、 $V_{th2}$ を定めて印刷ドット列の配列パターンを3種類にパターン分けする。第1の閾値 $V_{th1}$ は印刷ドットがトナーを消費するもので

あるか否かを判別するためのものであり、印刷ドットの階調値で $V_{th1}=1$ とする。第2の閾値 $V_{th2}$ は階調値がある程度以上であるか否かを判別するためのもので、印刷ドットのビット構成によって適宜定めることができるが、1印刷ドットが6ビット構成の場合には、印刷ドットの階調値で $V_{th2}=48$ 程度とするのがよいことが実験によって確認されている。このことについては後に比較例を示す。実は、 $V_{th2}=48$ というのは、1印刷ドットが6ビット構成の場合、図7においてPで示すように、レーザ発光時間とトナー消費量の関係を示すグラフにおけるレーザ発光時間が長い方の変曲点近傍の階調値に対応していることが確認されている。

【0009】そして、印刷ドット列の配列のパターンを次の3種類にパターン分けする。

①孤立ドット…階調値が第2の閾値以上である印刷ドットで、且つその前後の印刷ドットの階調値が共に第2の閾値未満である印刷ドット。このような印刷ドットを孤立ドットと称する。

②2連続ドット…階調値が第2の閾値以上である印刷ドットが2つ連続する場合。この場合を2連続ドットと称する。

③中間値ドット…階調値が第1の閾値以上で第2の閾値未満である印刷ドット。このような印刷ドットを中間値ドットと定義する。

【0010】このようにパターン分けするのは概略次のようである。図7からも容易に理解できるように、値が第2の閾値以上である印刷ドットと、中間値ドットでは明らかにトナー消費量が異なる。そこで、まず値が第2の閾値以上のものと、それ未満の中間値ドットに分けることの妥当性は明らかである。次に孤立ドットと2連続ドットを区別することについては次のようである。例えば、ある色について、最大階調の印刷ドットを1つだけ単独で印刷したときのトナー消費量が $Xmg$ であることが分かっているとすると、このとき、最大階調の印刷ドットを2ドット連続して印刷したとすると、このときの当該色のトナーの消費量は、 $Xmg$ の2倍ではなく、それより若干多くなることが知られている。このような事情により、値が第2の閾値以上の印刷ドットであっても、孤立している場合と2つ連続している場合とをパターン分けするのである。

【0011】そして、1頁単位あるいはジョブ単位等の適宜な単位の期間に、印刷する画像のC、M、Y、Kの各色の画像毎に、孤立ドットの個数、2連続ドットの発生回数、及び中間値ドットの個数を計数し、その3つの計数値のそれぞれに対して、各パターンに対する重み付けの係数を乗算してそれら3つの値を加算し、その加算値にトナーの色に応じた係数を乗算することにより記録用紙に記録された各色のトナーの消費量を求め、それにオフセット量を加えて、そのときに消費された各色の全トナー量を求めるのである。

【0012】ここで、オフセット量というのは、レーザー光による露光時間とは無関係に消費されるトナー量であり、カラー画像形成装置毎に特有な固有値である。即ち、真っ白の画像を印刷した場合にも感光体をクリーニングすると、いくらかのトナーが排出されることが知られている。これがオフセット量である。このオフセット量は色によって異なるので、C、M、Y、Kの各色のトナーについてそれぞれオフセット量を測定しておく。

【0013】具体的には次のようである。いま、1頁単位に各色のトナー消費量を検出するものとする。また、カラー画像形成のプロセスはC、M、Y、Kの順序に行われるものとする。

【0014】この場合、まず、順次入力するC色の画像の印刷ドットについて、孤立ドットの個数、2連続ドットの発生回数、及び中間値ドットの個数を計数する。例えば、いま、C色の画像の印刷ドット列が図1(a)に示すようであるとする。図1(a)においては1印刷ドットは6ビット構成で64階調であるとし、第1の閾値 $V_{th1}=1$ 、第2の閾値 $V_{th2}=48$ としている。そして、矩形は一つ一つの印刷ドットを示し、矩形の中の数値はそれぞれの印刷ドットの階調値を示している。また、図1(a)では便宜的に印刷ドットに対して1～14の番号を付している。

【0015】さて、図1(a)において、2番目の印刷ドットの階調値は60であるので第2の閾値以上であり、その前後の印刷ドットの階調値は40と20で共に第2の閾値未満であるので、2番目の印刷ドットは孤立ドットである。13番目の印刷ドットも同様に孤立ド

ットである。図1(b)の孤立ドットの欄の黒丸はこのことを示している。

【0016】また、6番目の印刷ドットの階調値は第2の閾値以上であり、次の7番目の印刷ドットの階調値も第2の閾値以上である。従って、階調値が第2の閾値以上の印刷ドットが6番目、7番目と連続しているので、ここで2連続ドットが1回発生している。図1(b)の2連続ドットの欄の7番目の印刷ドットの箇所に黒丸が付いているのはこのことを示している。同様に、7番目と8番目の印刷ドットの階調値は共に第2の閾値以上であるので、ここでも2連続ドットが1回発生している。図1(b)の2連続ドットの欄の8番目の印刷ドットの箇所に黒丸が付いているのはこのことを示している。以下同様である。また、中間値ドットは上記の定義により、図1(b)の中間値ドットの欄の黒丸で示すようになる。従って、図1(a)の場合、孤立ドットの個数の計数値は2、2連続ドットの発生回数の計数値は4、中間値ドットの個数の計数値は6となる。

【0017】そして、それら3つの計数値のそれぞれに、各パターンに対する重み付け係数を乗算して、それらの3つの値を加算する。そして、更にその加算値にC色のトナーの係数を乗算し、更にその乗算値にオフセット量を加えて、そのときに消費されたC色のトナー量を求める。従って、当該1頁でのC色トナーの消費量は、孤立ドットのパターンに対する重み付け係数を $k_1$ 、2連続ドットのパターンに対する重み付け係数を $k_2$ 、及び中間値ドットのパターンに対する重み付け係数を $k_3$ とし、C色のトナーの係数を $K_c$ として

$$\begin{aligned} \text{C色トナー消費量} = & K_c \times \{ k_1 \times (\text{孤立ドットの個数の計数値}) \\ & + k_2 \times (\text{2連続ドットの発生回数の計数値}) \\ & + k_3 \times (\text{中間値ドットの個数の計数値}) \} \\ & + \text{C色トナーのオフセット量} \end{aligned} \quad \dots(1)$$

となる。

【0018】次に、M色の画像の印刷ドットが順次入力されるが、M色の画像の印刷ドットに対しても、同様に、孤立ドットの個数、2連続ドットの発生回数、及び中間値ドットの個数を計数する。そして、それら3つの

$$\begin{aligned} \text{M色トナー消費量} = & K_m \times \{ k_1 \times (\text{孤立ドットの個数の計数値}) \\ & + k_2 \times (\text{2連続ドットの発生回数の計数値}) \\ & + k_3 \times (\text{中間値ドットの個数の計数値}) \} \\ & + \text{M色トナーのオフセット量} \end{aligned} \quad \dots(2)$$

となる。

【0019】以下、Y色の画像の印刷ドット、及びK色の画像の印刷ドットについても同様である。従って、当

$$\begin{aligned} \text{Y色トナー消費量} = & K_y \times \{ k_1 \times (\text{孤立ドットの個数の計数値}) \\ & + k_2 \times (\text{2連続ドットの発生回数の計数値}) \\ & + k_3 \times (\text{中間値ドットの個数の計数値}) \} \\ & + \text{Y色トナーのオフセット量} \end{aligned} \quad \dots(3)$$

$$\begin{aligned} \text{K色トナー消費量} = & K_k \times \{ k_1 \times (\text{孤立ドットの個数の計数値}) \\ & + k_2 \times (\text{2連続ドットの発生回数の計数値}) \end{aligned}$$

計数値にそれぞれ所定の係数を乗算し、それら3つの値を加算し、更にその加算値にオフセット量を加えて、そのときに消費されたM色のトナー量を求める。従って、当該1頁でのM色トナーの消費量は、M色のトナーの係数を $K_m$ すると

該1頁でのY色トナーの消費量、K色トナーの消費量は、Y色のトナーの係数を $K_y$ 、K色のトナーの係数を $K_k$ として、それぞれ



$$+ k3 \times (\text{中間値ドットの個数の計数値}) \\ + K\text{色トナーのオフセット量} \quad \dots(4)$$

となる。

【0020】なお、上記の各パターンに対する重み付け係数 $k1$ 、 $k2$ 、 $k3$ 、及び各色のトナーの係数 $Ky$ 、 $Km$ 、 $Kc$ 、 $Kk$ の値は、種々の画像について印刷を行い、そのときに記録用紙に印刷された各色のトナー量を実測し、その実測されたトナー量と、そのときの印刷した画像の各色の印刷ドット列の孤立ドットの個数、2連続ドットが発生する回数、中間値ドットの個数との関係等に基づいて定めればよい。

【0021】上記の(1)～(4)式では3つのパターンに対する重み付け係数 $k1$ 、 $k2$ 、 $k3$ の値は同じ値を用いるものとしているが、トナーの色によって特性が異なるので、トナーの色によって、孤立ドットのパターンに対する重み付け係数、2連続ドットのパターンに対する重み付け係数、及び中間値ドットのパターンに対する重み付け係数は異ならせてもよいものである。また、上記の説明では第2の閾値はC、M、Y、Kについて全て同じであるとしたが、色によって異ならせてもよいものである。

【0022】このようにして求めた各色のトナーの消費量は種々に用いることができる。例えば、当該カラー画像形成装置がパソコンに接続されている場合には、求めたトナー消費量をパソコンに渡して、パソコン側でトナー消費量を積算して記憶しておき、印刷時に棒グラフとして表示するようにすることができる。

【0023】以上のようなので、このトナー消費量検出方法では、印刷画像の各色の印刷ドット列のパターンを孤立ドット、2連続ドット、中間値ドットの3種類に分け、孤立ドットの個数、2連続ドットの発生回数、中間値ドットの個数を計数し、それら3つの計数値にそれぞれのパターンに対する重み付け係数を乗算して加算し、その加算値にトナーの色に応じた係数を乗算し、その乗算値にオフセット量を加算するという処理を行えばよいので、後述するように簡単な構成で実現することができる。また、このトナー消費量検出方法は、印刷ドット列に基づいてトナー消費量の検出を行うので、レーザー光を駆動するためのパルスを生成するパルス変調方式に因らず、PWMを用いる装置にも、パルス振幅変調(PAM)方式を用いる装置にも、あるいはPWMとPAMを組み合わせたハイブリッド構成の装置にも適用することができる。

【0024】[第1のトナー消費量検出方法を採用したトナー消費量検出装置]次に、上述したトナー消費量検出方法によりトナー消費量の検出を行うトナー消費量検出装置の一実施形態を説明する。なお、ここでは1印刷ドットは6ビット構成であるとする。

【0025】図2は、トナー消費量検出装置をカラーレーザープリンタに適用した場合の一実施形態の部分ブロッ

ク図を示す図であり、1はトナー消費量検出装置、2は第1比較回路、3は第2比較回路、4はドット配列パターン判別回路(以下、単に判別回路と称す)、5は第1カウンタ、6は第2カウンタ、7は第3カウンタ、8は第4カウンタ、9は演算回路、10はパルス変調回路を示す。なお、ここではカラーレーザープリンタは、1つの感光体の周囲にC、M、Y、Kの4色の現像器が配置されたタイプのものであるとする。このタイプのカラーレーザープリンタにおいては、1つのレーザー光でC、M、Y、Kの4色の静電潜像を1つの感光体に形成することは周知である。また、このタイプのカラーレーザープリンタの全体の構成は周知であり、しかも本発明の本質ではないので、図2では感光体や現像器等については図示を省略している。

【0026】以下、図2に示す各部について説明する。第1比較回路2は、入力する印刷ドットの値と第1の閾値 $V_{th1}$ とを比較し、第1の閾値以上の値を有する印刷ドットを判別回路4に出力するものであり、この第1の閾値 $V_{th1}$ は階調値で1である。

【0027】第2比較回路3は、入力する印刷ドットの値と第2の閾値 $V_{th2}$ とを比較し、第2の閾値以上の値を有する印刷ドットを判別回路4に出力するものであり、ここでは第2の閾値 $V_{th2}$ は階調値で48とする。

【0028】判別回路4は、第1比較回路2と第2比較回路3とから順次入力される印刷ドットの値の列に基づいて、印刷ドットの値が第1の閾値以上である場合、印刷ドットの値が第2の閾値以上である場合、2連続ドットが発生している場合、孤立ドットである場合の4つの場合を判別するものであり、階調値が第2の閾値以上の印刷ドットを検知する度毎に第1カウンタ5に1を出力し、2連続ドットが発生したことを検知する度毎に第2カウンタ6に1を出力し、孤立ドットを検知する度毎に第3カウンタ7に1を出力し、階調値が第1の閾値以上である印刷ドットを検知する度毎に第4カウンタ8に1を出力する。従って、この場合には、階調値が第2の閾値である48以上の印刷ドットについては、少なくとも、第1カウンタ5と第4カウンタ8の両方に1が出力されることになる。

【0029】第1カウンタ5、第2カウンタ6、第3カウンタ7、第4カウンタ8は、それぞれ、判別回路4から1が出力されると、1だけカウントアップする動作を行う。なお、これら4つのカウンタには、それぞれ、図示しないカラー画像形成の処理を司る制御部から制御信号が通知される。この制御信号には、印刷ドットの転送開始を通知するスタート信号と、印刷ドットの転送終了を通知するエンド信号がある。そして、これら4つのカウンタは、スタート信号を受けると、判別回路4からの出力の計数を開始し、エンド信号受けると計数値を演算



回路9に渡して計数値をクリアする。従って、例えば図1(a)に示すような印刷ドットの配列があるとする、判別回路4は、第1カウンタ5に対しては図1(c)の第1カウンタの欄の黒丸で示すように、2番目、6～10番目、13番目の印刷ドットのときにそれぞれ1を出力することになり、従って図1(a)に示す印刷ドット列の期間における第1カウンタ5での計数値は7となる。第2カウンタ6～第4カウンタ8についても同様である。

【0030】演算回路9には、図示しないカラー画像形成の処理を司る制御部から制御信号が通知される。この制御信号には、現在行われているプロセスがどの色のものであるかを示す色信号、印刷ドットの転送開始を通知するスタート信号、及び印刷ドットの転送終了を通知するエンド信号がある。従って、演算回路9は第1カウンタ5～第4カウンタ8から計数値を受けるが、演算回路9は制御部からの色信号により、各カウンタ5～8から受け取った計数値が、どの色の画像についてのものであるかを認識している。

【0031】そして、演算回路9は、第1カウンタ5～第4カウンタ8から受けた計数値に基づいて、孤立ドットの個数の計数値、2連続ドットの発生回数の計数値、中間値ドットの個数の計数値を求める。孤立ドットの個数の計数値は第3カウンタ7の計数値そのものである。2連続ドットの発生回数の計数値は第2カウンタ6の計数値そのものである。また、中間値ドットの個数の計数値は、第4カウンタ8の計数値から第1カウンタ5の計数値を引いた値で求めることができる。

【0032】そして、演算回路9は、孤立ドットの個数の計数値、2連続ドットの発生回数の計数値、中間値ドットの個数の計数値の計数値に、それぞれのパターンに対する重み付け係数 $k_1$ 、 $k_2$ 、 $k_3$ を乗算して、これら3つの値を加算し、更にその加算値にトナーの色に応じた係数を乗算し、更にそれにトナーの色に応じたオフセット量を加算して、今回のプリントにおける当該色のトナー消費量を求める。なお、これら3つのパターンに対する重み付け係数 $k_1$ 、 $k_2$ 、 $k_3$ の値、各色のトナーの係数 $K_y$ 、 $K_m$ 、 $K_c$ 、 $K_k$ の値、及び各色のオフセット量は予め演算回路9に設定されている。

【0033】パルス変調回路10は印刷ドットに基づいてレーザ光を駆動するパルスを生成するものであり、PWMを用いるものであってもよく、PAMを用いるものであってもよく、あるいはそれらを組み合わせたハイブリッド構成のものであってもよい。

$$\begin{aligned} \text{C色トナー消費量} = & K_c \times \{ k_1 \times (\text{第3カウンタの計数値}) \\ & + k_2 \times (\text{第2カウンタの計数値}) \\ & + k_3 \times (\text{第4カウンタの計数値} - \text{第1カウンタの計数値}) \} \\ & + \text{C色トナーのオフセット量} \quad \dots(5) \end{aligned}$$

このようにしてCの画像形成のプロセスが終了すると、次に、Mの画像形成のプロセスが開始されるが、このと

【0034】以下、動作を説明するが、ここでは、カラー画像形成のプロセスはC、M、Y、Kの順序に行われるものとする。まず、Cのカラー画像形成のプロセスが行われるが、このとき第1カウンタ5～第4カウンタ8には制御部からスタート信号が通知され、演算回路9には制御部から、Cのカラー画像形成であることを示す色信号とスタート信号が通知される。

【0035】そして、Cの画像の印刷ドットの転送が開始され、この印刷ドットは、第1比較回路2、第2比較回路3、及びパルス変調回路10に入力される。パルス変調回路10では一つ一つの印刷ドットの値に基づいてパルス変調が行われ、生成されたパルスはレーザ駆動部(図2には図示せず)に供給される。

【0036】また、第1比較回路2は、入力する印刷ドットの値が第1の閾値 $V_{th1}$ 以上の場合には、その印刷ドットの値を判別回路4に出力し、第2比較回路3は、入力する印刷ドットの値が第2の閾値 $V_{th2}$ 以上である場合には、この印刷ドットの値を判別回路4に出力する動作を行う。

【0037】そして、判別回路4は、第1比較回路2と第2比較回路3とから順次供給される印刷ドットの値の列に基づいて、印刷ドットの値が第1の閾値以上である場合、印刷ドットの値が第2の閾値以上である場合、2連続ドットが発生している場合、孤立ドットである場合の4つの場合を判別するものであり、階調値が第2の閾値以上の印刷ドットを検知する度毎に第1カウンタ5に1を出力し、2連続ドットが発生したことを検知する度毎に第2カウンタ6に1を出力し、孤立ドットを検知する度毎に第3カウンタ7に1を出力し、階調値が第1の閾値以上である印刷ドットを検知する度毎に第4カウンタ8に1を出力する動作を行う。

【0038】第1カウンタ5～第4カウンタ8は、スタート信号を受けてからエンド信号を受けるまでの間、判別回路4から1が出力される度毎にカウントアップする動作を繰り返す。そして、第1カウンタ5～第4カウンタ8は、エンド信号を受けると、そのときの計数値を演算回路9に渡して計数値をクリアし、次の計数動作の待機を行う。

【0039】演算回路9は、第1カウンタ5～第4カウンタ8から計数値を受けると、当該計数値はCの画像の印刷ドットについての計数値であることを認識しているから、次の式により、このときのC色トナーの消費量を求める。

き第1カウンタ5～第4カウンタ8には制御部からスタート信号が通知され、演算回路9には制御部から、Cの

カラー画像形成であることを示す色信号とスタート信号が通知される。

【0040】そして、Mの画像の印刷ドットの転送が開始され、この印刷ドットは、第1比較回路2、第2比較回路3、及びパルス変調回路10に入力される。パルス変調回路10では一つ一つの印刷ドットの値に基づいてパルス変調が行われ、生成されたパルスはレーザ駆動部に供給される。

【0041】また、第1比較回路2は、入力する印刷ドットの値が第1の閾値 $V_{th1}$  以上の場合には、その印刷ドットの値を判別回路4に出力し、第2比較回路3は、入力する印刷ドットの値が第2の閾値 $V_{th2}$  以上である場合には、この印刷ドットの値を判別回路4に出力する動作を行う。

【0042】そして、判別回路4は、第1比較回路2と第2比較回路3とから順次供給される印刷ドットの値の列に基づいて、印刷ドットの値が第1の閾値以上である場合、印刷ドットの値が第2の閾値以上である場合、2連続ドットが発生している場合、孤立ドットである場合

の4つの場合を判別するものであり、階調値が第2の閾値以上の印刷ドットを検知する度毎に第1カウンタ5に1を出力し、2連続ドットが発生したことを検知する度毎に第2カウンタ6に1を出力し、孤立ドットを検知する度毎に第3カウンタ7に1を出力し、階調値が第1の閾値以上である印刷ドットを検知する度毎に第4カウンタ8に1を出力する動作を行う。

【0043】第1カウンタ5～第4カウンタ8は、スタート信号を受けてからエンド信号を受けるまでの間、判別回路4から1が出力される度毎にカウントアップする動作を繰り返す。そして、第1カウンタ5～第4カウンタ8は、エンド信号を受けると、そのときの計数値を演算回路9に渡して計数値をクリアし、次の計数動作の待機を行う。

【0044】演算回路9は、第1カウンタ5～第4カウンタ8から計数値を受けると、当該計数値はMの画像の印刷ドットについての計数値であることを認識しているから、次の式により、このときのM色トナーの消費量を求める。

$$\begin{aligned} \text{M色トナー消費量} = & K_m \times \{ k_1 \times (\text{第3カウンタの計数値}) \\ & + k_2 \times (\text{第2カウンタの計数値}) \\ & + k_3 \times (\text{第4カウンタの計数値} - \text{第1カウンタの計数値}) \} \\ & + \text{M色トナーのオフセット量} \quad \dots(6) \end{aligned}$$

【0045】次に、Yの画像形成のプロセスが行われ、続いてKの画像形成のプロセスが行われるが、これらの画像形成プロセス時にも同様にして、Y色のトナー消費量、K色のトナー消費量が求められる。このときのY色

トナーの消費量、及びK色トナーの消費量はそれぞれ次のようである。

【0046】

$$\begin{aligned} \text{Y色トナー消費量} = & K_y \times \{ k_1 \times (\text{第3カウンタの計数値}) \\ & + k_2 \times (\text{第2カウンタの計数値}) \\ & + k_3 \times (\text{第4カウンタの計数値} - \text{第1カウンタの計数値}) \} \\ & + \text{Y色トナーのオフセット量} \quad \dots(7) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{K色トナー消費量} = & K_k \times \{ k_1 \times (\text{第3カウンタの計数値}) \\ & + k_2 \times (\text{第2カウンタの計数値}) \\ & + k_3 \times (\text{第4カウンタの計数値} - \text{第1カウンタの計数値}) \} \\ & + \text{K色トナーのオフセット量} \quad \dots(8) \end{aligned}$$

【0047】なお、以上の例では、1つのレーザ光でC、M、Y、Kの4色の静電潜像を1つの感光体に形成するタイプのカラーレーザプリンタに適用した場合について説明したので、各色のトナー消費量の演算は、1つの色画像の形成プロセス毎に行っているが、感光体と現像器のセットを4つ備える、いわゆるタンデムタイプのものに適用する場合には、C、M、Y、Kの4つの画像形成プロセスの系統にそれぞれこのトナー消費量検出装置を設ければよいので、1回のプリント単位にトナー消費量を演算するようにすることも勿論可能であるが、ジョブ単位、あるいは1日単位等の適宜な単位でトナー消費量の演算を行うことも可能である。その場合には、4つのカウンタ及び演算回路9に通知する制御信号の形態を、トナー消費量の演算を行う単位に応じて適宜変更する必要があることは当然である。

【0048】上記の説明では3つのパターンに対する重み付け係数 $k_1$ 、 $k_2$ 、 $k_3$ の値は同じ値を用いるものとしているが、トナーの色によって特性が異なるので、トナーの色によって、孤立ドットのパターンに対する重み付け係数、2連続ドットのパターンに対する重み付け係数、及び中間値ドットのパターンに対する重み付け係数は異ならせてもよいものである。

【0049】演算回路9で求めた各色のトナーの消費量のデータは、トナー消費量あるいはトナー残量の表示を行う処理を司る手段に与えればよい。これにより、当該カラーレーザプリンタにプリントする画像データを与えるパソコンの印刷画面において、各色のトナーの消費量あるいは残量を棒グラフ等の適宜なグラフによって表示することが可能であり、また、当該プリンタ自体に適宜な表示機能を有しているものであれば、その表示機能を

用いて各色のトナーの消費量あるいは残量を表示することが可能である。

【0050】以上のものであるので、このトナー消費量検出装置によれば、簡単な構成で各色のトナー消費量を求めることができ、しかも、どのようなパルス変調方式を用いるものにも適用することが可能である。

【0051】【第2のトナー消費量検出方法】次に、第2のトナー量検出方法について説明する。なお、孤立ドット、2連続ドット、中間値ドット、第1の閾値、第2の閾値については上述したと同じである。

【0052】この第2の方法は、上述した第1の方法の改良であり、第1の方法では印刷ドット列の配列のパターンを、孤立ドット、2連続ドット、中間値ドットの3種類に分類し、孤立ドットの個数の計数値、2連続ドットの発生回数の計数値、及び中間値ドットの個数の計数値の3つの計数値に基づいて各色のトナーの消費量を検出したのであるが、この第2の方法では、上記の3種類のパターンに加えて、3連続ドットをも判別するようにしている。ここで、3連続ドットとは、階調値が第2の閾値以上である印刷ドットが3つ連続する場合をいうものとする。

【0053】2連続ドットに加えて、3連続ドットをも判別するのは、例えば最大階調の印刷ドットが2つ連続している場合と、3つ連続している場合とでは、後者のトナー消費量は、前者のトナー消費量の3/2ではなく、それより若干多くなるという現象があるので、2連続ドットと3連続ドットとを区別することによって、より精度よくトナー消費量の検出を行うことができると考えられるからである。

【0054】具体的には次のようである。いま、1頁単位に各色のトナー消費量を検出するものとする。また、カラー画像形成のプロセスはC、M、Y、Kの順序に行われるものとする。

【0055】この場合、まず、順次入力するC色の画像の印刷ドットについて、孤立ドットの個数、2連続ド

ットの発生回数、3連続ドットの発生回数、及び中間値ドットの個数を計数する。例えば、いま、C色の画像の印刷ドット列が図3(a)に示すようであるとする。なお、図3(a)は図1(a)と同じである。ここでも1印刷ドットは6ビット構成であり、第1の閾値 $V_{th1}=1$ 、第2の閾値 $V_{th2}=48$ とする。

【0056】孤立ドット、2連続ドット、中間値ドットについては第1の方法で説明したと同じである。3連続ドットについては次のようである。6番目の印刷ドットの階調値は第2の閾値以上であり、次の7番目及び8番目の印刷ドットの階調値も共に第2の閾値以上である。従って、階調値が第2の閾値以上の印刷ドットが6番目、7番目、8番目と連続しているの、ここで3連続ドットが1回発生している。図3(b)の3連続ドットの欄の8番目の印刷ドットの箇所に黒丸が付いているのはこのことを示している。同様に、7番目と8番目と9番目の印刷ドットの階調値は何れも第2の閾値以上であるの、ここでも3連続ドットが1回発生している。図3(b)の3連続ドットの欄の9番目の印刷ドットの箇所に黒丸が付いているのはこのことを示している。以下同様である。従って、図3(a)の場合、孤立ドットの個数の計数値は2、2連続ドットの発生回数の計数値は4、3連続ドットの発生回数の計数値は3、中間値ドットの個数の計数値は6となる。

【0057】そして、それら4つの計数値にそれぞれ各パターンに対する重み付け係数を乗算して、それらの4つの値を加算する。そして、更にその加算値にC色のトナーの係数を乗算し、更にその乗算値にオフセット量を加えて、そのときに消費されたC色のトナー量を求める。従って、当該1頁でのC色トナーの消費量は、孤立ドットのパターンに対する重み付け係数を $k_1$ 、2連続ドットのパターンに対する重み付け係数を $k_2$ 、3連続ドットのパターンに対する重み付け係数を $k_3$ 、中間値ドットのパターンに対する重み付け係数を $k_4$ とし、C色のトナーの係数を $K_c$ として

$$\begin{aligned} \text{C色トナー消費量} = & K_c \times \{ k_1 \times (\text{孤立ドットの個数の計数値}) \\ & + k_2 \times (\text{2連続ドットの発生回数の計数値}) \\ & + k_3 \times (\text{3連続ドットの発生回数の計数値}) \\ & + k_4 \times (\text{中間値ドットの個数の計数値}) \} \\ & + \text{C色トナーのオフセット量} \quad \dots (9) \end{aligned}$$

となる。

【0058】次に、M色の画像の印刷ドットが順次入力されるが、M色の画像の印刷ドットに対しても、同様に、孤立ドットの個数、2連続ドットの発生回数、3連続ドットの発生回数、及び中間値ドットの個数を計数する。そして、それら4つの計数値にそれぞれ各パターン

に対する重み付け係数を乗算して、それらの4つの値を加算する。そして、更にその加算値にM色のトナーの係数を乗算し、更にその乗算値にオフセット量を加えて、そのときに消費されたM色のトナー量を求める。従って、当該1頁でのC色トナーの消費量は、M色のトナーの係数を $K_m$ として

$$\begin{aligned} \text{M色トナー消費量} = & K_m \times \{ k_1 \times (\text{孤立ドットの個数の計数値}) \\ & + k_2 \times (\text{2連続ドットの発生回数の計数値}) \\ & + k_3 \times (\text{3連続ドットの発生回数の計数値}) \\ & + k_4 \times (\text{中間値ドットの個数の計数値}) \} \end{aligned}$$

+M色トナーのオフセット量 …(10)

となる。

【0059】以下、Y色の画像の印刷ドット、及びK色の画像の印刷ドットについても同様である。従って、当

該1頁でのY色トナーの消費量、K色トナーの消費量は、Y色のトナーの係数を $K_y$ 、K色のトナーの係数を $K_k$ として、それぞれ

$$\begin{aligned} Y \text{ 色トナー消費量} = & K_y \times \{ k_1 \times (\text{孤立ドットの個数の計数値}) \\ & + k_2 \times (\text{2連続ドットの発生回数の計数値}) \\ & + k_3 \times (\text{3連続ドットの発生回数の計数値}) \\ & + k_4 \times (\text{中間値ドットの個数の計数値}) \} \\ & + Y \text{ 色トナーのオフセット量} \end{aligned} \quad \dots(11)$$

$$\begin{aligned} K \text{ 色トナー消費量} = & K_k \times \{ k_1 \times (\text{孤立ドットの個数の計数値}) \\ & + k_2 \times (\text{2連続ドットの発生回数の計数値}) \\ & + k_3 \times (\text{3連続ドットの発生回数の計数値}) \\ & + k_4 \times (\text{中間値ドットの個数の計数値}) \} \\ & + K \text{ 色トナーのオフセット量} \end{aligned} \quad \dots(12)$$

となる。

【0060】なお、上記の各パターンに対する重み付け係数 $k_1$ 、 $k_2$ 、 $k_3$ 、 $k_4$ 及び各色のトナーの係数 $K_y$ 、 $K_m$ 、 $K_c$ 、 $K_k$ の値は、種々の画像について印刷を行い、そのときに記録用紙に印刷された各色のトナー量を実測し、その実測されたトナー量と、そのときの印刷した画像の各色の印刷ドット列の孤立ドットの個数、2連続ドットが発生する回数、3連続ドットが発生する回数、中間値ドットの個数との関係等に基づいて定めればよい。

【0061】上記の(9)～(12)式では4つのパターンに対する重み付け係数 $k_1$ 、 $k_2$ 、 $k_3$ 、 $k_4$ の値は同じ値を用いるものとしているが、トナーの色によって特性が異なるので、トナーの色によって、孤立ドットのパターンに対する重み付け係数、2連続ドットのパターンに対する重み付け係数、3連続ドットのパターンに対する重み付け係数、及び中間値ドットのパターンに対する重み付け係数は異ならせてもよいものである。また、上記の説明では第2の閾値はC、M、Y、Kについて全て同じであるとしたが、色によって異ならせてもよいものである。なお、このようにして求めた各色のトナーの消費量は種々に用いることができることは上述したと同様である。

【0062】以上のようなので、このトナー消費量検出方法では、印刷画像の各色の印刷ドット列のパターンを孤立ドット、2連続ドット、3連続ドット、及び中間値ドットの4種類に分け、孤立ドットの個数、2連続ドットの発生回数、3連続ドットの発生回数、中間値ドットの個数を計数し、それら4つの計数値にそれぞれのパターンに対する重み付け係数を乗算して加算し、その加算値にトナーの色に応じた係数を乗算し、その乗算値にオフセット量を加算するという処理を行えばよいので、後述するように簡単な構成で実現することができる。また、このトナー消費量検出方法は、印刷ドット列に基づいてトナー消費量の検出を行うので、レーザ光を駆動するためのパルスを生成するパルス変調方式に因ら

ず、PWMを用いる装置にも、パルス振幅変調(PAM)方式を用いる装置にも、あるいはPWMとPAMを組み合わせたハイブリッド構成の装置にも適用することができる。

【0063】[第2のトナー消費量検出方法を採用したトナー消費量検出装置]次に、上述した第2のトナー消費量検出方法によりトナー消費量の検出を行うトナー消費量検出装置の一実施形態を説明する。なお、ここでは1印刷ドットは6ビット構成であるとする。

【0064】図4は、トナー消費量検出装置をカラーレーザプリンタに適用した場合の一実施形態の部分ブロック図を示す図である。図4に示す構成は図2に示すものと同様であるが、その一部の動作が異なっている。図4において、11はトナー消費量検出装置、12はドット配列パターン判別回路(以下、単に判別回路と称す)、13は第2カウンタ、14は演算回路を示す。なお、図4において、図2に示すものと同じものについては同一の符号を付して重複する説明を最小限にとどめることにする。また、ここではカラーレーザプリンタは、1つの感光体の周囲にC、M、Y、Kの4色の現像器が配置されたタイプのものであるとするが、このタイプのカラーレーザプリンタの全体の構成は周知であり、しかも本発明の本質ではないので、図4では感光体や現像器等については図示を省略している。

【0065】判別回路12は、第1比較回路2と第2比較回路3とから順次入力される印刷ドットの値の列に基づいて、印刷ドットの値が第1の閾値以上である場合、印刷ドットの値が第2の閾値以上である場合、3連続ドットが発生している場合、孤立ドットである場合の4つの場合を判別するものであり、階調値が第2の閾値以上の印刷ドットを検知する度毎に第1カウンタ5に1を出力し、3連続ドットが発生したことを検知する度毎に第2カウンタ13に1を出力し、孤立ドットを検知する度毎に第3カウンタ7に1を出力し、階調値が第1の閾値以上である印刷ドットを検知する度毎に第4カウンタ8に1を出力する。

【0066】第1カウンタ5、第2カウンタ13、第3カウンタ7、第4カウンタ8は、それぞれ、判別回路12から1が出力されると、1だけカウントアップする動作を行う。なお、これら4つのカウンタには、それぞれ、図示しないカラー画像形成の処理を司る制御部から制御信号が通知される。この制御信号には、印刷ドットの転送開始を通知するスタート信号と、印刷ドットの転送終了を通知するエンド信号がある。そして、これら4つのカウンタは、スタート信号を受けると、判別回路12からの出力の計数を開始し、エンド信号受けると計数値を演算回路14に渡して計数値をクリアする。従って、例えば図3(a)に示すような印刷ドットの配列があるとすると、判別回路12は、第1カウンタ5に対しては図1(c)の第1カウンタの欄の黒丸で示すように、2番目、6～10番目、13番目の印刷ドットのときにそれぞれ1を出力することになり、従って図1(a)に示す印刷ドット列の期間における第1カウンタ5での計数値は7となる。第2カウンタ13、第3カウンタ7、第4カウンタ8についても同様である。

【0067】演算回路14には、図示しないカラー画像形成の処理を司る制御部から制御信号が通知される。この制御信号には、現在行われているプロセスがどの色のものであるかを示す色信号、印刷ドットの転送開始を通知するスタート信号、及び印刷ドットの転送終了を通知するエンド信号がある。従って、演算回路14は第1～第4カウンタから計数値を受けが、演算回路14は制御部からの色信号により、各カウンタから受け取った計数値が、どの色の画像についてのものであるかを認識している。

【0068】そして、演算回路14は、第1カウンタ～第4カウンタから受けた計数値に基づいて、孤立ドットの個数の計数値、2連続ドットの発生回数の計数値、3連続ドットの発生回数の計数値、及び中間値ドットの個数の計数値を求める。孤立ドットの個数の計数値は第3カウンタ7の計数値そのものである。3連続ドットの発生回数の計数値は第2カウンタ13の計数値そのものである。また、2連続ドットの発生回数の計数値は、第1カウンタ5の計数値から第2カウンタの計数値と第3カウンタの計数値を引いた値で求めることができる。更に、中間値ドットの個数の計数値は、第4カウンタ8の計数値から第1カウンタ5の計数値を引いた値で求めることができる。

【0069】そして、演算回路14は、孤立ドットの個数の計数値、2連続ドットの発生回数の計数値、3連続ドットの発生回数の計数値、中間値ドットの個数の計数値の4つの計数値に、それぞれ、それぞれのパターンに対する重み付け係数 $k_1$ 、 $k_2$ 、 $k_3$ 、 $k_4$ を乗算して、これら4つの値を加算し、更にその加算値にトナーの色に応じた係数を乗算し、更にそれにトナーの色に応じたオフセット量を加算して、今回のプリントにおける

当該色のトナー消費量を求める。なお、これら4つのパターンに対する重み付け係数 $k_1$ 、 $k_2$ 、 $k_3$ 、 $k_4$ の値、各色のトナーの係数 $K_y$ 、 $K_m$ 、 $K_c$ 、 $K_k$ の値、及び各色のオフセット量は予め演算回路14に設定されている。

【0070】以下、動作を説明するが、ここでは、カラー画像形成のプロセスはC、M、Y、Kの順序に行われるものとする。まず、Cのカラー画像形成のプロセスが行われるが、このとき第1カウンタ5～第4カウンタ8には制御部からスタート信号が通知され、演算回路14には制御部から、Cのカラー画像形成であることを示す色信号とスタート信号が通知される。

【0071】そして、Cの画像の印刷ドットの転送が開始され、この印刷ドットは、第1比較回路2、第2比較回路3、及びパルス変調回路10に入力される。パルス変調回路10では一つ一つの印刷ドットの値に基づいてパルス変調が行われ、生成されたパルスはレーザ駆動部(図4には図示せず)に供給される。

【0072】また、第1比較回路2は、入力する印刷ドットの値が第1の閾値 $V_{th1}$ 以上の場合には、その印刷ドットの値を判別回路12に出力し、第2比較回路3は、入力する印刷ドットの値が第2の閾値 $V_{th2}$ 以上である場合には、この印刷ドットの値を判別回路12に出力する動作を行う。

【0073】そして、判別回路12は、第1比較回路2と第2比較回路3とから順次供給される印刷ドットの値の列に基づいて、印刷ドットの値が第1の閾値以上である場合、印刷ドットの値が第2の閾値以上である場合、3連続ドットが発生している場合、孤立ドットである場合の4つの場合を判別するものであり、階調値が第2の閾値以上の印刷ドットを検知する度毎に第1カウンタ5に1を出力し、3連続ドットが発生したことを検知する度毎に第2カウンタ13に1を出力し、孤立ドットを検知する度毎に第3カウンタ7に1を出力し、階調値が第1の閾値以上である印刷ドットを検知する度毎に第4カウンタ8に1を出力する動作を行う。

【0074】第1カウンタ5～第4カウンタ8は、スタート信号を受けてからエンド信号を受けるまでの間、判別回路12から1が出力される度毎にカウントアップする動作を繰り返す。そして、第1カウンタ5～第4カウンタ8は、エンド信号を受けると、そのときの計数値を演算回路14に渡して計数値をクリアし、次の計数動作の待機を行う。

【0075】演算回路14は、第1カウンタ5～第4カウンタ8から計数値を受けると、当該計数値はCの画像の印刷ドットについての計数値であることを認識しているから、第1カウンタ5の計数値を $c_1$ 、第2カウンタ13の計数値を $c_2$ 、第3カウンタ7の計数値を $c_3$ 、第4カウンタ8の計数値を $c_4$ として、次の式によりこのときのC色トナーの消費量を求める。

$$\begin{aligned} \text{C色トナー消費量} = & Kc \times \{ k1 \times c3 + k2 \times (c1 - c2 - c3) + k3 \times c2 \\ & + k4 \times (c4 - c1) \} + \text{C色トナーのオフセット量} \quad \cdots (13) \end{aligned}$$

ここで、 $k1$  は孤立ドットのパターンに対する重み付け係数、 $k2$  は2連続ドットのパターンに対する重み付け係数、 $k3$  は3連続ドットのパターンに対する重み付け係数、 $k4$  は中間値ドットのパターンに対する重み付け係数である。

【0076】このようにしてCの画像形成のプロセスが終了すると、次に、Mの画像形成が行われ、その次に、

$$\begin{aligned} \text{M色トナー消費量} = & Km \times \{ k1 \times c3 + k2 \times (c1 - c2 - c3) + k3 \times c2 \\ & + k4 \times (c4 - c1) \} + \text{M色トナーのオフセット量} \quad \cdots (14) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Y色トナー消費量} = & Ky \times \{ k1 \times c3 + k2 \times (c1 - c2 - c3) + k3 \times c2 \\ & + k4 \times (c4 - c1) \} + \text{Y色トナーのオフセット量} \quad \cdots (15) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{K色トナー消費量} = & Kk \times \{ k1 \times c3 + k2 \times (c1 - c2 - c3) + k3 \times c2 \\ & + k4 \times (c4 - c1) \} + \text{K色トナーのオフセット量} \quad \cdots (16) \end{aligned}$$

【0078】上述したように、4つのパターンに対する重み付け係数 $k1$ 、 $k2$ 、 $k3$ 、 $k4$ の値、及び各色のトナーの係数 $Ky$ 、 $Km$ 、 $Kc$ 、 $Kk$ の値は実験により求めることができるが、本発明者の実験によれば、1印刷ドットが6ビット構成、第2の閾値 $V_{th2} = 4.8$ としたとき、

$$k1 = 0.76 \quad \cdots (17)$$

$$k2 = 1.00 \quad \cdots (18)$$

$$k3 = 1.10 \quad \cdots (19)$$

$$k4 = 0.30 \quad \cdots (20)$$

$$Kc = 9.20 \times 10^{-6} \quad \cdots (21)$$

$$Km = 10.50 \times 10^{-6} \quad \cdots (22)$$

$$Ky = 9.95 \times 10^{-6} \quad \cdots (23)$$

$$Kk = 12.53 \times 10^{-6} \quad \cdots (24)$$

が得られた。これらの値を用いて(13)～(16)式の演算を行えば、各色のトナー消費量をmgの単位で求めることができることが確認された。

【0079】なお、以上の例では、1つのレーザ光でC、M、Y、Kの4色の静電潜像を1つの感光体に形成するタイプのカラーレーザプリンタに適用した場合について説明したので、各色のトナー消費量の演算は、1つの色画像の形成プロセス毎に行っているが、感光体と現像器のセットを4つ備える、いわゆるタンデムタイプのものに適用する場合には、C、M、Y、Kの4つの画像形成プロセスの系統にそれぞれこのトナー消費量検出装置を設ければよいので、1回のプリント単位にトナー消費量を演算するようにすることも勿論可能であるが、ジョブ単位、あるいは1日単位等の適宜な単位でトナー消費量の演算を行うことも可能である。その場合には、4つのカウンタ及び演算回路14に通知する制御信号の形態を、トナー消費量の演算を行う単位に応じて適宜変更する必要があることは当然である。

【0080】なお、上記の説明では4つのパターンに対する重み付け係数 $k1$ 、 $k2$ 、 $k3$ 、 $k4$ の値は同じ値を用いるものとしているが、トナーの色によって特性が

異なるので、トナーの色によって、孤立ドットのパターンに対する重み付け係数、2連続ドットのパターンに対する重み付け係数、3連続ドットのパターンに対する重み付け係数及び中間値ドットのパターンに対する重み付け係数は異ならせてもよいものである。

【0077】

【0081】演算回路14で求めた各色のトナーの消費量のデータの利用の仕方については上述したと同様である。

【0082】以上のようなので、このトナー消費量検出装置によれば、簡単な構成で各色のトナー消費量を求めることができ、しかも、どのようなパルス変調方式を用いるものにも適用することが可能である。

【0083】【実験結果】次に、本発明者が行った実験結果を図5に示す。図5は、風景画等の自然画像、幾何図形等を多く含むグラフィック画像、自然画像とグラフィック画像の両方を含む画像等の種々の画像19点を印刷したときの1枚ずつのトナー消費量の理論値と、プリント時に実際に消費されたトナー量の実測値との関係を示す図である。なお、この実験においては、1印刷ドットは6ビット構成であり、第1の閾値 $V_{th1} = 1$ 、第2の閾値 $V_{th2} = 4.8$ である。

【0084】ここで、トナー消費量の理論値とは、上記(17)～(24)の値を用いて、(13)～(16)式により求めた各色のトナーの消費量である。図5(a)はY色トナーの消費量、図5(b)はMトナーの消費量、図5(c)はC色トナーの消費量、図5(d)はK色トナーの消費量を示しており、いずれも横軸が1枚ずつの理論値、縦軸が1枚ずつの実測値であり、単位はmgである。また、図5(a)～(d)の白丸あるいは黒四角でプロットされている1つ1つがそれぞれプリントを行った画像の1点1点を示しており、図5(a)～(d)のそれぞれには19点がプロットされている。また、図5(a)には「 $y = 1.0000x - 0.0002$ 」という方程式が記載されているが、これは横軸をx、縦軸をyとしたときの図5(a)に示す直線の方程式である。また、図5(a)に



は「 $R^2 = 0.9831$ 」という記載があるが、これはプロットされている19点について理論値と実測値の相関係数を求めたときの相関係数である。図5(b)～(d)についても同様である。

【0085】そこで図5(a)～(d)を見れば、全ての色のトナーについて、理論値と実測値の相関係数は1に近く、プロットされている点の一つの直線の上によく乗っていることが分かる。これは、即ち、理論値が実測値とよく合っていることを示しているに他ならない。

【0086】次に、図5と比較のために図6を示す。図6は、図5で印刷したと同じ画像19点を印刷したときのトナー消費量の理論値と、プリント時に実際に消費されたトナー量の実測値との関係を示す図である。この実験においても1印刷ドットあたり6ビット構成で、第1の閾値 $V_{th1} = 1$ であるが、第2の閾値 $V_{th2} = 6.3$ となされている。即ち、この実験では、第2の閾値は最大階調値となされているのである。なお、方程式の意味、相関係数の意味は図5と同じである。

【0087】図6(a)～(d)をみると、直線から離れているプロットがあること、相関係数が図5に示すものより悪いことが分かる。以上のことから、1印刷ドットが6ビット構成の場合、第2の閾値を階調値で4.8とすることが有用であることが分かる。

【0088】このように、1印刷ドットが6ビット構成の場合、第2の閾値 $V_{th2}$ を階調値で4.8とし、印刷ドット列のパターンを、孤立ドット、2連続ドット、3連続ドット、中間値ドットの4つのパターンに分け、(9)～(12)式によって精度よくトナー消費量を検出することができることについての理論的な説明は非常に難しいが、概略次のようなことはいえと考えられる。

【0089】1印刷ドットが6ビット構成の場合、上述したように、階調値が4.8というのは図7においてPで示すように、レーザ発光時間とトナー消費量の関係を示すグラフにおけるレーザ発光時間が長い方の変曲点近傍の階調値に対応していることが確認されている。そして、閾値を設定しようとする場合、一般的にはグラフの変曲点あるいはその近傍の値を採用することが多いことはよく知られている。また、図7の実線の特性からも明らかなように、P点以上の階調値の印刷ドットについては消費されるトナー量は同等と考えることができる。以上のことから、1印刷ドットが6ビット構成の場合には第2の閾値を階調値で4.8とすることについて妥当性があると考えられる。

【0090】しかし、上述した理由により、値が第2の閾値以上の印刷ドットであっても、孤立ドットの場合と、2連続ドットの場合と、3連続ドットの場合とを区別するのが望ましい。このことから、値が第2の閾値以上の印刷ドットについては、孤立ドット、2連続ドット、3連続ドットの3つのパターンに分けることの妥当性がある。

【0091】以上のように、値が第2の閾値以上の印刷ドットについては消費されるトナー量は同等と考えることができるのであるが、図7の実線の特性から、値が第2の閾値未満の印刷ドットについてはそのようなことはいえないので別な取り扱いをしなければならない。これが中間値ドットである。

【0092】ところで、図7の破線で示すものは実線で示す特性の両端を結んだものであり、レーザ発光時間とトナー消費量の特性が線形である場合であるが、値が小さい中間値ドットのトナー消費量は線形特性の場合より小さく、値が大きい中間値ドットのトナー消費量は線形特性の場合より多いものとなる。このことから、一つの印刷ドットの値についてみると、確かに印刷ドットの値とトナー消費量の関係は非線形なのであるが、画像1枚単位のように多くの印刷ドットを全体としてみた場合には、中間値ドットの値の平均値を取ると、その平均値はある特定の値に収まるのではないかと予想される。そこで、値が第1の閾値以上で、かつ第2の閾値未満である印刷ドットについては、中間値ドットとして一纏めで扱うことの妥当性があると考えられる。

【0093】以上のことから、本発明者は、上述したように、1印刷ドットが6ビット構成の場合、第1の閾値 $V_{th1} = 1$ 、第2の閾値 $V_{th2} = 4.8$ として、印刷ドット列を、孤立ドット、2連続ドット、3連続ドット、中間値ドットの4種類にパターン分けし、孤立ドットの個数、2連続ドットの発生回数、3連続ドットの発生回数、孤立ドットの個数を計数し、それらの計数値に基づいて(9)～(12)式によって各色のトナー消費量を検出しようとしたのであり、各パターンに対する重み付け係数、及び各色のトナーの係数を実験によって求めたところ、図5に示すような結果を得たのである。

【0094】以上のようなので、このトナー消費量検出装置によれば、簡単な構成で精度よく各色のトナーの消費量を求めることができ、しかも、パルス変調方式としてPWMを用いる装置にも、PAMを用いる装置にも、ハイブリッド構成のものを用いる装置にも、あるいはその他の方式でパルス変調を行う装置にも適用することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る第1のトナー消費量検出方法を説明すると共に、図2に示すトナー消費量検出装置1のドット配列パターン判別回路4の動作を説明するための図である。

【図2】第1のトナー消費量検出方法によりトナー消費量の検出を行うトナー消費量検出装置の一実施形態を示す図である。

【図3】本発明に係る第2のトナー消費量検出方法を説明すると共に、図4に示すトナー消費量検出装置11のドット配列パターン判別回路12の動作を説明するための図である。

【図4】第2のトナー消費量検出方法によりトナー消費量の検出を行うトナー消費量検出装置の一実施形態を示す図である。

【図5】実験結果を示す図である。

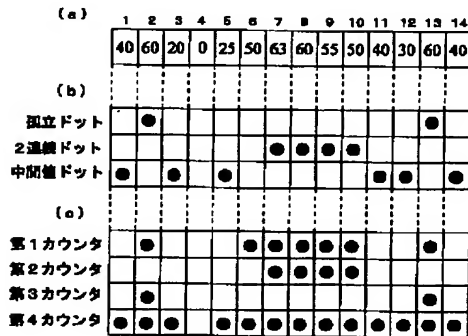
【図6】他の実験結果を示す図である。

【図7】一個の印刷ドットだけを印刷したときのレーザー発光時間と、印刷されたドットに消費されるトナー量との関係の概略を示す図である。

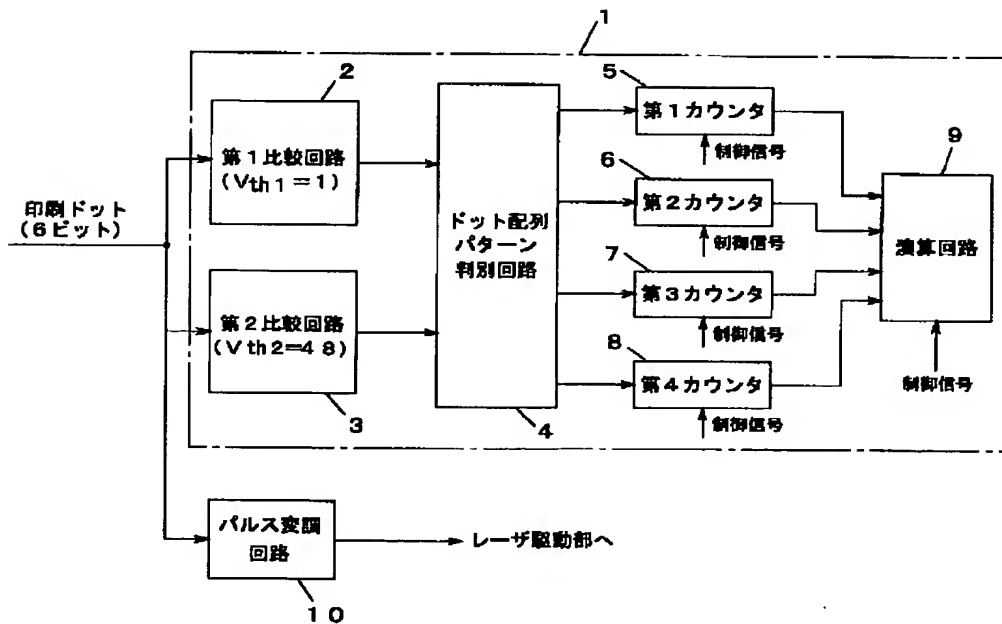
【符号の説明】

1…トナー消費量検出装置、2…第1比較回路、3…第2比較回路、4…ドット配列パターン判別回路、5…第1カウンタ、6…第2カウンタ、7…第3カウンタ、8…第4カウンタ、9…演算回路、10…パルス変調回路、11…トナー消費量検出装置、12…ドット配列パターン判別回路、13…第2カウンタ、14…演算回路。

【図1】

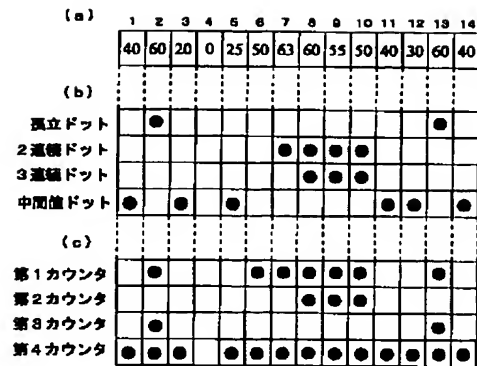


【図2】

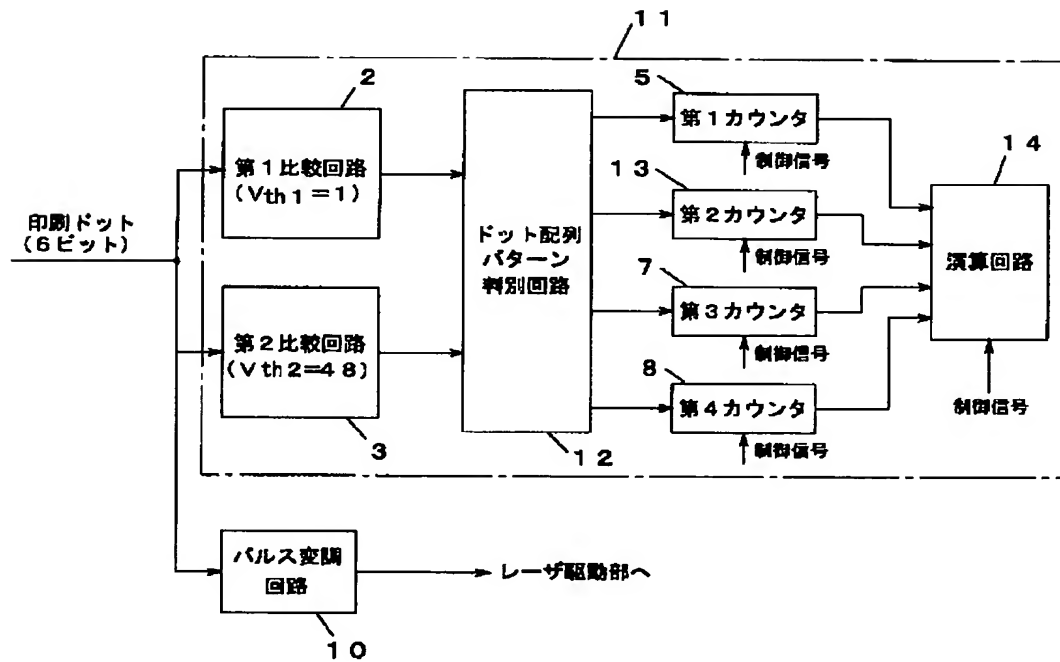




【図3】

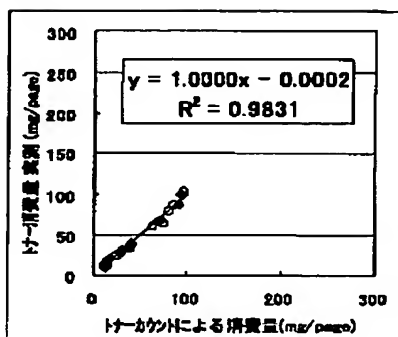


【図4】

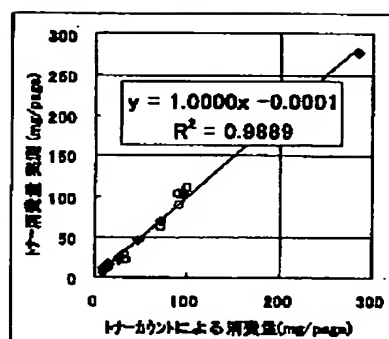


【図5】

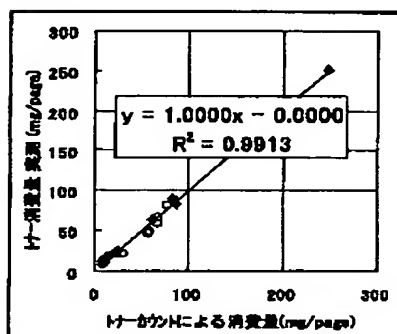
(a) &lt;Yトナー&gt;



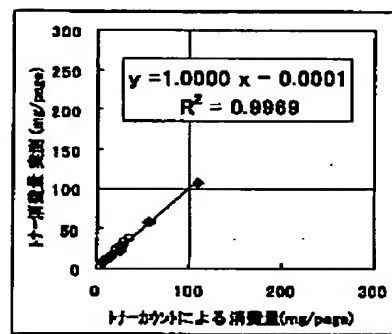
(b) &lt;Mtトナー&gt;



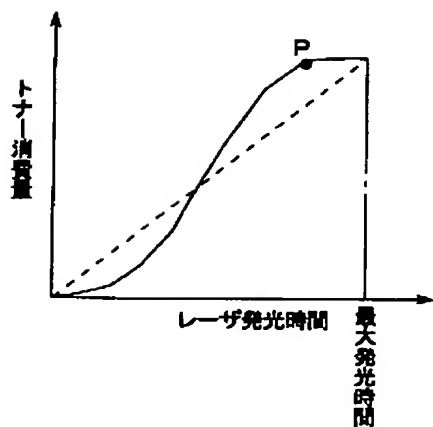
(c) &lt;Cトナー&gt;



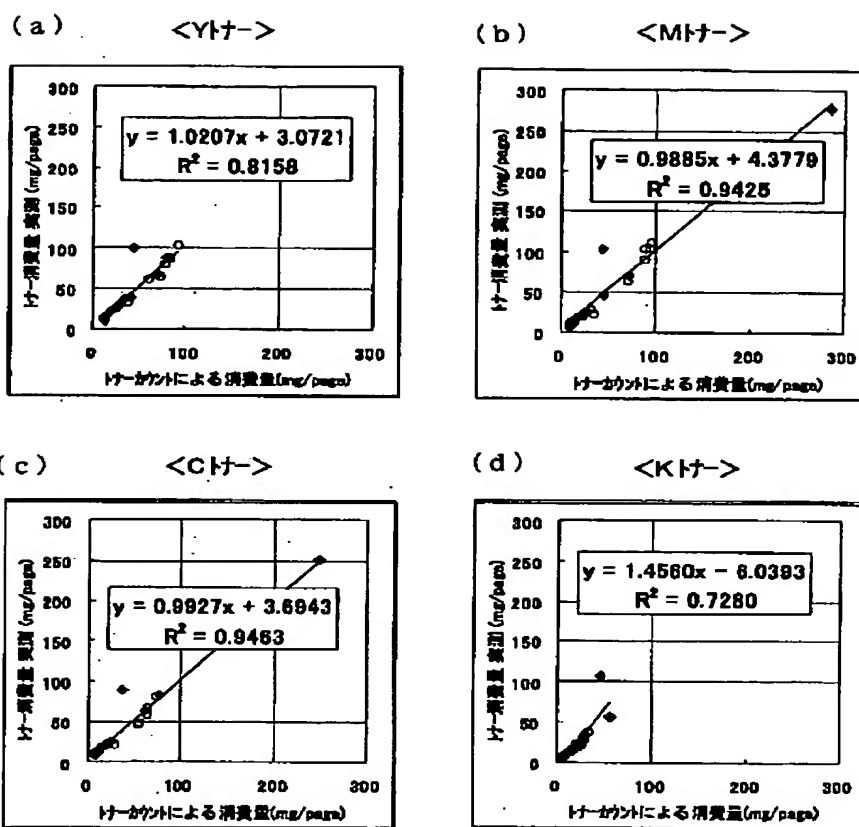
(d) &lt;Kトナー&gt;



【図7】



【図6】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2C362 CA08 CA16 CA21 CB37 CB80  
EA02  
2H027 DB01 DD02 DE07 EA06 EB01  
EC06  
2H030 AD12 AD16 BB36  
2H077 DA08 DA15 DA78 DB02 DB14  
GA02 GA13